Roger Godement

Science, technologie, armement



1997

Présentation

Roger Godement, né le 1er octobre 1921 au Havre, est un mathématicien français connu pour ses travaux en analyse fonctionnelle, topologie algébrique et théorie des groupes et pour ses livres de vulgarisation. Il a été un membre actif du groupe de mathématiciens Bourbaki au début des années 1950, pour lequel il a effectué de nombreux exposés lors de séminaires.

Il est également connu pour ses engagements politiques, notamment contre la guerre menée par la France en Algérie au début des années 1960, puis contre le complexe militaro-industriel et la collaboration entre scientifiques et militaires durant les années 1970. A travers différents textes et articles – que nous nous proposons de republier –, il a réalisé un travail d'historien des sciences sur les différents aspects de cette question. Il est mort le 21 juillet 2016 à Paris.

Les textes qui suivent sont issus des deux premiers volumes de son ouvrage *Analyse mathématique* (éd. Springer, 1997). Ils constituent la partie autobiographique (extrait de la préface du volume I) et critique (postface du volume II) de cet ouvrage de mathématiques.

A la suite, le lecteur trouvera la retranscription (revue et corrigée) d'une émission de *France Culture* où intervient Roger Godement à propos de cette postface.

B.L.



Roger Godement
1921-2016

Science, technologie, armement

Préface

Le lecteur innocent et beaucoup de mathématiciens confirmés seront probablement surpris de trouver dans mon livre quelques allusions très appuyées à des sujets extra-mathématiques et particulièrement aux relations entre science et armement. Cela ne se fait pas : *la Science est politiquement neutre* [1], même lorsque quelqu'un la laisse par mégarde tomber

---

[1] Assertion depuis longtemps démolie, notamment dans la thèse de Jean-Jacques Salomon, *Science et Politique* (éd. Seuil, 1970), et par d'innombrables études américaines, anglaises ou allemandes portant sur tel ou tel aspect du sujet. La façon la plus courante de politiser l'activité scientifique consiste à favoriser financièrement telle ou telle branche plutôt que telle autre ou à faire intervenir des scientifiques dans des conseils gouvernementaux de niveau fort élevé. Un cas d'école est l'impulsion que le gouvernement américain qui, avant 1939, ne finançait la recherche scientifique que dans des domaines comme l'agriculture ou la géologie, lui a donnée après 1945 dans tous les domaines et particulièrement en physique. La réaction américaine au Spoutnik, documentée dans Robert A. Divine, *The Sputnik Challenge* (Oxford University Press, 1993), pp. 89-93 et 157-166, rentre dans le même cadre : les crédits de la NSF, le CNRS américain, jusqu'alors très limités, se sont envolés sous le faux prétexte que l'exploit *technique* soviétique prouvait l'infériorité de la *science* américaine. Il ne prouvait même pas celle de la

sur Hiroshima. Ce n'est pas non plus au programme : le métier du mathématicien est de fournir à ses étudiants ou lecteurs, sans commentaires, des instruments dont ceux-ci feront plus tard, pour le meilleur et pour le pire, l'usage qui leur conviendra.

Il me paraît plus honnête de violer ces misérables et beaucoup trop commodes tabous et de mettre en garde les innocents qui se lancent en aveugles dans des carrières dont ils ignorent tout. En raison de ses catastrophiques conséquences passées ou potentielles, la question des rapports entre science, technologie et armement concerne tous ceux qui se lancent dans les sciences ou les techniques ou les pratiquent. Elle est gouvernée depuis un demi-siècle par l'existence d'organismes officiels et d'entreprises privées dont la fonction est *la transformation systématique du progrès scientifique et technique en progrès militaire* dans la limite, souvent élastique, des capacités économiques des pays concernés.

Il serait impossible de discuter ce sujet, encore moins d'en faire l'histoire d'une façon un tant soit peu systématique, dans le cadre d'un traité de mathématiques, sauf à y ajouter des volumes supplémentaires. On peut toutefois, en quelques dizaines de pages, en donner une idée et, en particulier, montrer que la question et le sujet existent. Dans une France où les discussions sur les relations entre Science et Défense [2]

---

technique américaine, le retard des Américains en matière de missiles résultant du fait que l'aviation avait, avant 1950, obtenu la priorité à une époque où le budget militaire était encore relativement réduit.

[2] Titre d'une association fondée en 1983 par Charles Hernu, à l'époque ministre socialiste des Armées et futur héros de l'affaire Greenpeace. Patronnée par la *Délégation Ministérielle pour l'Armement* (DMA), l'association organise chaque année un congrès où, pendant deux jours, des ingénieurs et scientifiques présentent des rapports sur les problèmes techniques de l'armement et les sciences connexes. Des centaines d'auditeurs y assistent : militaires, ingénieurs, industriels, scientifiques et, inévitablement, des politologues et métaphysiciens de la stratégie chargés de la propagande et de l'idéologie. La France est, à ma connaissance, le seul pays où ce que nombre d'historiens américains appellent maintenant le *scientific-military-*

sont dominées depuis des décennies par un épais "consensus", la chose à dire à la jeunesse est que *l'une, des formes de la liberté, intellectuelle, est de ne pas se laisser dominer par les idées dominantes.*

Je me suis donc décidé à écrire un texte où l'on trouvera d'une part une discussion sur le thème "mathématiques pures *versus* mathématiques appliquées" inspirée (il vaudrait mieux dire provoquée) par les récents mémoires de Laurent Schwartz [3], d'autre part des considérations diverses et forcément schématiques ou partielles sur le problème général ; je me suis limité essentiellement à quelques questions relatives à la période postérieure à 1945. Je n'ai pas craint de mentionner bon nombre de références bibliographiques importantes – il y en a cent fois plus – qui permettront à ceux qui le désirent de compléter, de vérifier ou de discuter ce texte. Je n'ai pas le naïf espoir qu'un étudiant de vingt ans qui apprend les mathématiques pourrait se plonger dans cet océan de littérature [4] ; ce ne serait même pas un très bon service à lui

---

industrial complex (SMIC, complexe scientifico-militaro-industriel) ose s'exhiber aussi publiquement et sans provoquer la moindre contestation.

[3] Il va de soi que mes divergences de vue avec Schwartz ne sont motivées par aucun conflit sur le plan personnel. Schwartz et moi avons été beaucoup plus que des collègues pendant une trentaine d'années à Nancy puis à Paris et nos options politiques, sur la guerre d'Algérie notamment, ont souvent été les mêmes. Nos voies ont divergé à partir du début des années 1970 lorsqu'il a abandonné l'université pour se consacrer à l'Ecole polytechnique et lorsque j'ai en partie abandonné les mathématiques pour me reconvertir au domaine qui fait l'objet du texte terminant le volume II.

[4] II faudrait déjà pouvoir la trouver dans les bibliothèques, universitaires ou autres, accessibles aux étudiants français ; vaste programme. Au centre Jussieu, à Paris, la section "Science et Société" de la bibliothèque, que j'ai fait créer il y a 25 ans, contient la plupart des livres cités et quelques milliers d'autres, y compris dans des domaines différents ; on peut aussi en trouver à la bibliothèque de recherche de La Villette. Pour les titres plus spécifiquement politiques, la Fondation nationale des sciences politiques est, à Paris, la seule source à peu près complète.

En ce qui concerne l'état des bibliothèques universitaires (BU) accessibles aux étudiants français, citons quelques chiffres anciens (la situation ne s'est sûrement pas renversée depuis lors) extraits d'un article de François Reitel, doyen de la Faculté des Lettres de Metz (*Le Débat* n°51, 1988), comparant les situations

rendre que de l'y encourager. Mais ce texte trouvera peut-être des lecteurs moins jeunes n'ayant plus d'examens à subir ou de concours à réussir.

Pour ne pas encombrer l'entrée de ce livre par un discours non mathématique, j'ai préféré le rejeter à la fin du volume II. Il y sera à sa place puisqu'il part des idées divergentes de Fourier et de Jacobi sur les mathématiques.

Les nombreuses citations et références en anglais que l'on trouvera dans ce livre, et particulièrement dans le texte qui termine le volume II, ont pour but d'encourager le lecteur à utiliser une langue absolument indispensable si l'on veut s'instruire ou s'informer dans quelque domaine que ce soit. Pour des raisons démographiques évidentes, le français ne couvre qu'une faible proportion de la littérature occidentale, et pas plus de 3 % (technologie) à 7 % (mathématiques) dans les sciences au plan mondial. Lire l'anglais courant décuple les sources d'information et, en particulier, donne souvent accès à des ouvrages rarement traduits en français et dont le niveau de qualité n'existe pas en France parce que les productions françaises ne peuvent évidemment pas être de niveau

---

française et allemande en 1986. Si l'on considère les 24 universités françaises et les 28 universités allemandes créées depuis 1960, on constate que les BU françaises possèdent au total 1 869 000 volumes et les allemandes 29 843 000. En 1986, les BU (récentes ou non) allemandes ont acquis cinq fois plus de livres que les françaises. Il y a en France trois BU possédant au moins un million de volumes (dont la Sorbonne et Sainte Geneviève, trois millions chacune, avec dix à treize millions de volumes pour les treize universités parisiennes), et trente et une en Allemagne. Les étudiants de Metz, nous dit M. Reitel, sont des privilégiés : ils peuvent compléter les 117 000 volumes de Metz par les 1 403 000 volumes de la BU voisine de Sarrebrück, où ils disposent du prêt gratuit.
Des comparaisons avec les États-Unis seraient si possible encore plus éloquentes. En 1975 déjà, il existait aux USA 79 BU possédant au moins un million de volumes, dont 25 dépassant deux millions, 14 dépassant trois millions et 8 dépassant quatre millions d'après les statistiques historiques de H. Edelman et G. M. Tatum, *The Development of Collections in American University Libraries* (College and Research Libraries, mai 1976). Harvard dépasse les deux millions dès 1920. Il faudrait y ajouter d'énormes bibliothèques municipales.

maximum dans tous les micro-domaines de l'activité intellectuelle. Lorsque j'ai commencé à faire des mathématiques sérieusement à un âge où les langues étaient le cadet de mes soucis, j'ai dû lire non seulement de l'anglais, mais aussi et au moins autant de l'allemand et même du russe, langues que j'ignorais ; elles sont moins indispensables aujourd'hui qu'il y a un demi-siècle puisque l'usage de l'anglais se répand partout non seulement en raison de la prépondérance de l'Amérique, mais aussi en raison de la simplicité de l'anglais comparé à l'allemand, au russe depuis longtemps traduit en anglais, au japonais, etc. Mes lectures dans le secteur "science et défense" sont en anglais à 95 % même lorsqu'elles ne sont pas dues à des auteurs anglophones ; dans ce secteur, le domaine français commence à peine à naître (Dominique Pestre, Pierre Mounier-Kuhn, Girolamo Ramunni, etc.)

On n'est pas pour autant obligé d'apprécier la violence du cinéma ou la barbarie de certaines musiques que produit l'Amérique ; les Américains ne diffusent pas ces productions : ils les vendent et trouvent des acheteurs (ou imitateurs) indigènes trop heureux de faire de l'argent en les diffusant à leur place dans un public jeune et le plus souvent inculte. Au demeurant, comment la Télévision remplirait-elle ses heures de programmes, comment les salles de cinéma pourraient-elles fonctionner, sans les productions américaines ? II n'y a pas assez de main d'œuvre en France pour substituer des médiocrités françaises aux médiocrités américaines ; et aucun pays n'est capable de produire chaque jour un nouveau Macbeth ou un nouveau Bartok. On diffuse donc ce qui est disponible, ou l'on invente des "jeux" bêtifiants…

On n'est pas non plus obligé d'apprécier la conception darwinienne des rapports économiques et sociaux qui, grâce à l'emploi de technologies directement sorties de la guerre

froide et de la course aux armements, est en train de se répandre sous le nom de "mondialisation" : l'extension à la planète d'un système économique fondé sur les principes d'Adam Smith (1776) assimilés de travers par les "barons voleurs" qui, à la fin du XIXe siècle, ont édifié les grandes entreprises capitalistes américaines, et un peu revus et codifiés par la suite. Il est maintenant interdit de tirer sur les grévistes mais non de domestiquer les syndicats, de licencier des milliers d'employés pour améliorer la "compétitivité" des entreprises, d'exploiter en échange la main d'œuvre à bas prix des pays non développés, de pousser au démantèlement de systèmes de protection sociale européens obtenus après un siècle de luttes mais jugés "trop coûteux" – ou trop à gauche ? – par les anciens élèves de la *Harvard Business School* et de ses imitations, d'emporter les marchés publics en distribuant des chèques à des partis politiques ou, dans le Tiers-Monde, à des gangsters au pouvoir, d'inonder celui-ci de machines à tuer sous prétexte d'en abaisser le coût unitaire pour les pays qui les produisent, etc. C'est le règne de l'argent, dont le slogan a été lancé il y a cent cinquante ans par un célèbre ministre français : « *Enrichissez-vous !* » Si vous le pouvez…

Cela dit, l'Amérique possède, notamment dans ses universités, une classe intellectuelle à ne pas confondre globalement avec les porte-parole des seigneurs de la guerre froide ou des opérateurs de Wall Street. En particulier, personne en France, n'a de près ou de loin mis en évidence l'influence militaire sur le développement scientifique et technique depuis 1940 comme le font, depuis un quart de siècle et à l'aide d'une documentation massive, nombre d'historiens américains, notamment de la jeune génération. C'est, en ne lisant que les auteurs français actuels et *a fortiori* en ne lisant que votre journal quotidien que vous vous laisserez dominer par les idées dominantes.

Il va de soi enfin que les informations et opinions que j'exprime sont de ma pleine et entière responsabilité. *Elles n'engagent à aucun degré l'éditeur Springer-Verlag*. Il se trouvera probablement des gens pour reprocher à mon éditeur de ne m'avoir pas censuré. Étant mal placé pour le faire à leur place, je préfère, quant à moi, le remercier chaleureusement de m'avoir laissé la liberté de m'exprimer. C'est une attitude que je n'aurais sûrement pas rencontrée partout et que j'apprécie à sa juste valeur.

La rédaction de la postface a été terminée au moment où ma femme se débattait entre la vie et la mort. Je l'avais aperçue le 1er octobre 1938 en entrant en classe de Mathématiques élémentaires au lycée de garçons du Havre : le lycée de jeunes filles ne proposait à ses protégées qu'une classe de Philosophie. Nous avions dix-sept ans, j'avais un visage boutonneux, des allures de paysan avec mon costume trois pièces mal coupé, l'accent correspondant et j'apprenais l'analyse – celle que j'expose dans ces livres à quelques détails près – grâce à la bibliothèque municipale du Havre, celle dont parle Sartre dans *La nausée*, avec son autodidacte qui la lisait par ordre alphabétique d'auteurs ; j'ai, quant à moi, commencé par Baire… Mon père était employé aux écritures sous un hangar du port du Havre ; le père de Sonia, qui venait parfois la chercher au lycée dans son immense Vivaquatre Renault, y dirigeait, lui, la succursale locale d'une grande entreprise de transit. Elle était toujours sobrement élégante ; son père, juif russe émigré en 1905 et quasiment boycotté par la *society* indigène, lui avait transmis un visage ovale vaguement mongol, un regard d'une merveilleuse douceur et des formes "pneumatiques" comme nous le découvrîmes plus tard en lisant *Brave New World* [le roman de science-fiction d'Aldous Huxley, *Le meilleur des mondes*, 1935. NdE]. Son caractère, égal et joyeux, n'en était pas moins fort indépendant : elle s'était révoltée contre une ou deux vieilles filles qui, au lycée de

jeunes filles, avaient tenté de la normaliser[5] et s'était retrouvée pour deux ans dans une pension fort chic à la campagne. Elle allait l'été chez sa sœur, mariée à un ingénieur polonais à Gdansk, ou apprendre l'allemand à Heidelberg, sans que ses parents s'effraient devant la perspective de laisser leur fille de seize ou dix-sept ans voyager seule en chemin de fer sur de si longues distances.

Bref, je fus instantanément amoureux de Sonia, bien évidemment sans me déclarer ; mais cela devait se voir. C'est seulement après cinq ans d'amitié que nous reconnûmes la réalité ; je sortais de l'École normale avec l'agrégation. Son père, arrêté en 1942, transportait alors des brouettes de ciment pour construire le mur de l'Atlantique, la déportation en Allemagne lui ayant été épargnée par le catholicisme de naissance de sa femme, blonde aryenne aux yeux bleus portant un nom flamand ; Sonia n'avait pas hésité à franchir en fraude la frontière belge pour aller chercher l'indispensable certificat de baptême de sa mère. Nous décidâmes de vivre ensemble, tout au moins lorsque nous étions à Paris – ce n'était pas si courant à cette époque – et d'attendre le retour de son père pour nous marier. Elle subit en septembre 1944 le siège du Havre auprès de sa mère ; j'étais alors à dix kilomètres de là chez mes parents, entre les lignes allemandes et alliées, et, pendant une semaine, observai chaque jour les monstres quadrimoteurs britanniques tournoyant à basse altitude après avoir lâché des milliers de tonnes de bombes d'abord sur la ville, puis sur les défenses allemandes – elles

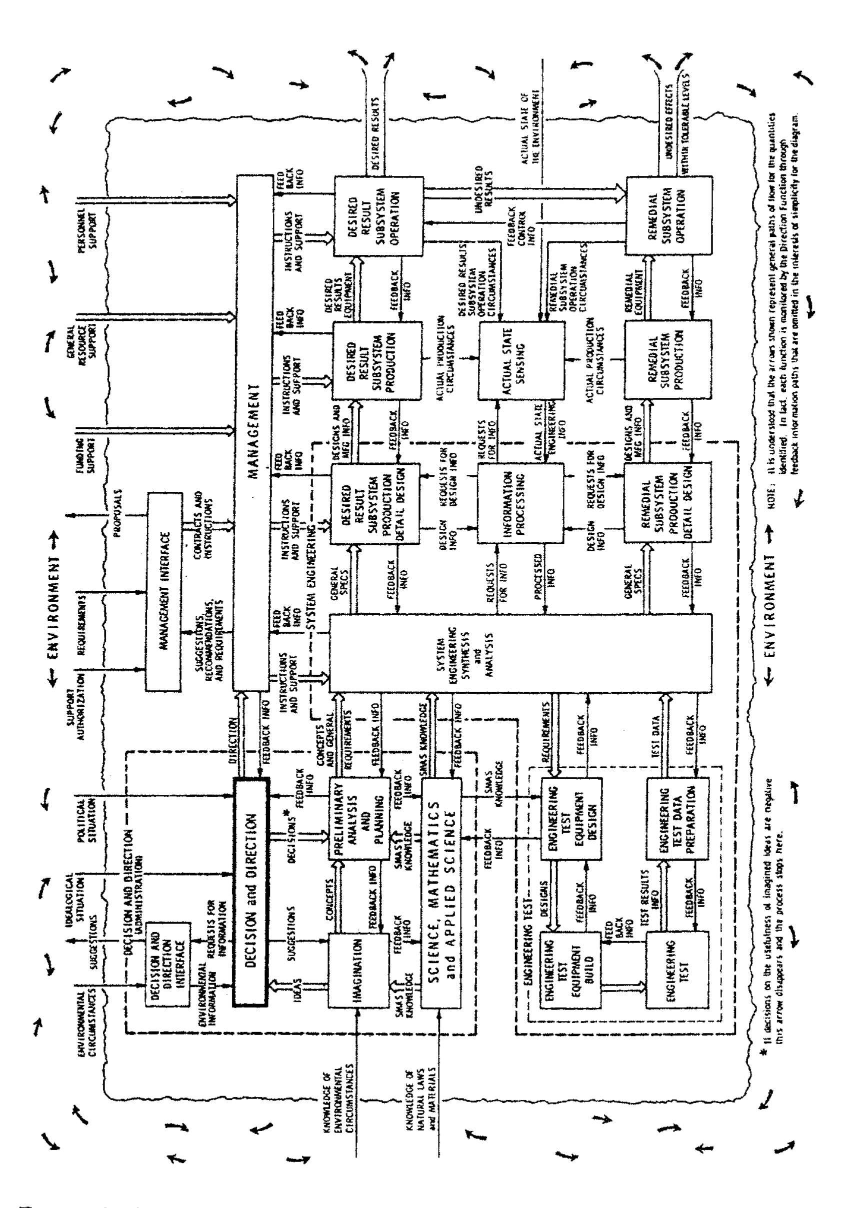
[5] Étant entrée en octobre 1940 en Mathématiques spéciales au lycée (de jeunes filles) Fénelon à Paris, elle fut convoquée un jour par la directrice qui lui déclara que l'État ne lui versait pas une bourse d'études pour qu'elle porte des bas de soie et du rouge à lèvres. La coupable répondit qu'il y avait erreur : elle n'était pas boursière et, à cette époque, ses parents, sans être millionnaires, finançaient encore bien volontiers ses bas de soie et son rouge à lèvres. Elle décida un peu plus tard de quitter Fénelon, renonça à préparer le concours de l'École normale supérieure de jeunes filles de Sèvres et s'inscrivit à l'université ; on n'y inspectait pas les élèves à l'entrée.

n'en souffrirent guère – à la périphérie de celle-ci ; Sonia et sa mère en furent quitte pour la peur, à la différence de quelques milliers d'autres havrais. Puis son père revint à pied du nord de la France dans un état qu'il n'est pas indispensable de décrire. Nous nous mariâmes à la fin d'octobre. Elle aurait pu trouver de bien meilleurs partis…

Quelques jours avant de s'éteindre, elle m'a dit, en parlant de mon livre : « *Roger, je suis fière de toi* », ce qui n'était fort heureusement pas dans ses habitudes. Je lui ai répondu : « *Attends de voir le résultat avant de te prononcer.* » Elle ne le verra pas et je ne sais trop ce qu'elle en aurait pensé. Je le dédie néanmoins à sa mémoire.

Roger Godement

Extrait de la Préface à
Analyse Mathématique,
éd. Springer, 1997



Extrait de C. Stark Draper, "Critical Systems and Technologies for the Future", in *International Cooperation in Space Operations and Exploration*, vol. 27, Science and Technology, 1971 (American Astronautical Society).

1. Comment détourner un mineur

En 1950-1951, Edward Teller, qui cherchait depuis 1942 à découvrir le principe de la bombe H et va le trouver finalement au printemps 1951 grâce aux calculs et à une idée physique nouvelle du mathématicien Stanislas Ulam, estime que le laboratoire de Los Alamos où l'on développe ce genre d'engins ne montre pas suffisamment d'enthousiasme ; on a même refusé de lui confier la direction du projet. Appuyé par Ernest Lawrence, il réclame et finalement obtient la création en 1952 à Livermore, près de Berkeley, d'un laboratoire concurrent. Lawrence, prix Nobel, avait inventé le cyclotron et la *Big Science* dans les années 1930 ; il avait, pendant la guerre, lancé et dirigé un procédé électromagnétique de séparation isotopique qui, pour un demi milliard de dollars, avait permis l'enrichissement final, à plus de 80 %, des 60 kg d'uranium de la très primitive bombe d'Hiroshima [6] ; enfin il avait participé aux discussions de 1945 concernant l'utilisation des premières bombes atomiques disponibles, recommandé alors la poursuite d'un programme abondamment financé de recherche et de développement en physique nucléaire (théorie, applications militaires et civiles) et de production des armes [7] et, fin 1949,

---

[6] Graham T. Allison et autres, *Avoiding Nuclear Anarchy* (MIT Press, 1996), Appendix B, où l'on apprendra, en langage non technique, les principes de base des bombes A et H.

[7] Sur Teller, voir Barton J. Bernstein dans *Technology and Culture* (vol. 31, 1990, pp. 846-861). Sur le développement de la bombe H, Herbert York, *The Advisors. Oppenheimer, Teller, and the Superbomb* (Freeman, 1976), Stanislas Ulam, *Adventures of a*

appuyé à fond le lancement du programme thermonucléaire. C'est cet organisateur hors pair et ultra influent que l'*Atomic Energy Commission* (AEC), le CEA américain, charge de lancer le nouveau centre de développement des « armes de génocide ». Il faut un directeur à ce qu'on appelle aujourd'hui le *Lawrence Livermore Laboratory* et Lawrence choisit l'un de ses assistants, Herbert York qui, après quelques années à Livermore, sera à la fin de la décennie à la tête de toute la recherche-développement [8] (R&D) militaire américaine. Obligé de diminuer ses activités pour raison de santé, York se retranche dans une université californienne, participe à des négociations et colloques sur le contrôle des armements et, à partir de 1970, écrit de nombreux articles et livres [9] sur la course aux armements dont l'absurdité et les dangers lui apparaissent de plus en plus clairement.

En particulier, York publie en 1976 un petit livre sur les discussions qui, à la suite de la première explosion atomique soviétique d'août 1949, eurent lieu à la fin de l'année quant à l'opportunité de lancer un programme massif de développement de la bombe H. Son livre reproduit en appendice l'intégralité du rapport, maintenant public, dans

---

Mathematician (Scribners's, 1976) et surtout Richard Rhodes, *Dark Sun. The Making of the Hydrogen Bomb* (Simon & Schuster, 1995), chap. 23. Sur Lawrence avant la guerre, J. L. Heilbron & Robert Seidel, *Lawrence and his Laboratory 1929-1941* (University of California Press, 1989). Sur Lawrence en 1945, Richard Rhodes, *The Making of the Atomic Bomb* (Simon & Schuster, 1988), p. 643, et Martin Sherwin, *A World Destroyed* (Knopf, 1975), appendice, p. 298.

[8] Expression désignant l'ensemble des activités de recherche scientifique et technique. On distingue la recherche de base ou fondamentale, sans but pratique, la recherche appliquée, orientée vers la résolution de problèmes techniques, enfin le développement beaucoup plus coûteux : conception du schéma technique détaillé, production et essais d'un prototype industrialisable. Les distinctions ne sont pas toujours très claires.

[9] Particulièrement *Race to Oblivion* (Simon & Schuster, 1970), *The Advisors : Oppenheimer, Teller, and the Superbomb* (Freeman, 1976), *Making Weapons, Talking Peace* (Basic Books, 1988), ses mémoires.

lequel le *General Advisory Committee* (GAC) [10], comité consultatif de l'AEC, déconseillait ces recherches pour des raisons d'ordre pratique et éthique. A la fin de janvier 1950, Truman décida quand même de les engager sous l'influence de quelques dirigeants de l'AEC, de l'État-major, des durs du Sénat et d'autres physiciens, dont Teller, von Neumann, Lawrence et Luis Alvarez, inventeur des accélérateurs linéaires et futur prix Nobel qui avait observé l'explosion de la bombe d'Hiroshima à bord d'un avion d'accompagnement. L'affaire Fuchs révélant au début de février que le physicien ex-allemand a transmis aux Soviétiques non seulement l'essentiel des données concernant la bombe A mais aussi l'état des connaissances, à la date d'avril 1946, sur la future bombe H – il a déposé un brevet en commun avec von Neumann ! –, Truman ordonne la production de celle-ci en mars 1950 avant même qu'on en ait découvert le principe.

York en profite pour nous révéler avec une rare franchise (*The Advisors*, p. 126) les raisons qui, alors qu'il venait d'obtenir son doctorat, le poussèrent à participer au projet en 1950 après le déclenchement de la guerre de Corée, laquelle fit changer d'avis certains des principaux opposants au projet [11],

---

[10] Le GAC, présidé par Oppenheimer, était composé de quelques scientifiques (L. A. DuBridge, James B. Conant, E. Fermi, I. I. Rabi, Cyril Stanley Smyth), d'Oliver E. Buckley, président des Bell Labs, le plus grand laboratoire de recherche industrielle du monde (AT&T) où l'on vient de découvrir les transistors, et de Hartley Rowe, ingénieur et vice président de la United Fruit Co. qui, pendant la guerre, avait notamment supervisé les activités industrielles de l'AEC. Au procès Oppenheimer, Rowe déclarera qu'il était radicalement opposé à la bombe H parce que *« I can't see why any people can go from one engine of destruction to another, each of them a thousand times greater in potential destruction, and still retain any normal perspective in regard to their relationships with other countries and also in relationship with peace… I don't like to see women and children killed wholesale because the main element of the human race are so stupid that they can't get out of war and keep ont of war. »*

[11] Tout le monde, à l'Ouest, croyait ou prétendait à l'époque que la guerre de Corée (juin 1950 - juillet 1953) serait suivie d'une opération analogue visant à unifier l'Allemagne. Pareille initiative aurait, évidemment déclenché une Troisième guerre mondiale alors que l'URSS avait subi en 1941-1945 des pertes humaines et matérielles énormes dont elle était loin d'être relevée. En fait, personne, à l'Est, ne

notamment Fermi et Bethe. Il y avait d'abord « *l'intensification de la guerre froide* » sur laquelle, nous dit-il, Lawrence insistait constamment. Il y avait ensuite « *le défi scientifique et technologique de l'expérience* » : on n'a pas tous les jours l'occasion de libérer pour la première fois l'équivalent de dix millions de tonnes de TNT. Il y avait enfin :

> « Ma découverte du fait que Teller, Bethe, Fermi, von Neumann, Wheeler, Gamow et d'autres étaient à Los Alamos et occupés à ce projet. Ils étaient parmi les plus grands hommes de la science contemporaine, ils étaient les héros légendaires mais vivants des jeunes physiciens comme moi et j'étais grandement attiré par l'occasion de travailler avec eux et de les connaître personnellement. En outre, je n'étais pas autorisé à consulter les comptes-rendus des délibérations du *General Advisory Committee* et je ne savais rien des arguments opposés à la superbombe, sauf ce que j'en apprenais de seconde main de Teller ou Lawrence qui, évidemment, considéraient ces arguments comme faux et idiots [*foolish*]. J'ai vu pour la première fois le rapport du GAC en 1974, un quart de siècle plus tard ! »

En moins d'une page, ce texte vous explique comment, dans le milieu scientifique, on peut procéder à l'équivalent d'un détournement de mineur : l'ennemi menace, vous dit-on, le problème scientifique est passionnant, de grands hommes

---

s'attendait à l'ampleur de la réaction américaine en Corée et c'est celle-ci puis l'intervention chinoise qui auraient fort bien pu transformer un conflit local en conflit généralisé, notamment si Truman avait accepté, comme le demandait le général MacArthur, de bombarder les bases militaires chinoises et soviétiques proches de la Corée. Ce fut l'une des initiatives les plus brillantes du « camp socialiste » : outre deux ou trois millions de Coréens morts pour rien et la première occasion pour les Américains d'envisager sérieusement un recours aux armes atomiques – quelques experts s'y rendent à la fin de 1950 pour examiner la possibilité d'y utiliser les nouvelles armes « tactiques » –, elle précipita le triplement du budget militaire américain (10 à 12 % du PNB au lieu de 4 %) préconisé depuis le printemps 1950 et donna le grand départ à une course aux armements beaucoup plus coûteuse pour l'URSS que pour les USA dont les capacités industrielles étaient, dans les domaines cruciaux, de quatre à dix fois celles de l'URSS d'après le célèbre rapport NSC-68 du *National Security Council* d'avril 1950.

que vous admirez donnent l'exemple, les arguments d'autres grands hommes opposés au projet mais que vous ne connaissez pas personnellement sont *top secret*, les grands hommes qui sont en train de vous séduire se gardent bien de vous éclairer honnêtement à ce sujet, enfin vous pourrez toujours consulter les documents officiels dans vingt-cinq ou trente ans [12] si vous êtes américain, dans soixante au moins si vous êtes français ou anglais et peut-être après la chute du régime si vous êtes soviétique. Le projet auquel vous avez coopéré sera alors réalisé depuis belle lurette, ses justifications auront peut-être radicalement changé dans l'intervalle et, si vous n'êtes pas encore mort, vos commentaires à retardement [13] n'auront plus le moindre effet.

L'aventure de York, qui est loin d'être unique, constitue certes un cas extrêmement extrême ; je la cite et en citerai d'autres parce que les cas extrêmes ont le mérite d'être

---

[12] L'enregistrement magnétique des trois jours de discussion entre les participants a été, selon l'un d'eux, délibérément détruit peu de temps après. Jeremy Bernstein, "Physicist. A profile of Isidor Rabi" (*The New Yorker*, 20 octobre 1975), p. 72.

[13] York, *The Advisors,* montre que l'Amérique de l'époque, possédant déjà un stock considérable (298 à la fin de 1950 contre 5 en URSS selon Rhodes, *Dark Sun)* et rapidement croissant de bombes A – on quadruple les capacités de production au début des années 1950 –, aurait pu sans dommage pour sa sécurité attendre la première expérience thermonucléaire soviétique avant de lancer à fond son propre programme. C'est essentiellement ce que disait le rapport du GAC d'octobre 1949. Dans ses *Mémoires* (éd. Seuil, 1990, trad. de l'édition américaine parue chez Knopf la même année), pp. 116-120 et particulièrement 118, Sakharov déclare que les membres du GAC étaient naïfs de croire qu'en s'abstenant de lancer le projet thermonucléaire, Truman aurait incité Staline à faire de même et que c'est Teller qui avait raison pour les USA, comme Sakharov lui-même pour l'URSS ; bel exemple de solidarité qui n'empêche pas Sakharov de déplorer les catastrophiques conséquences potentielles de la course aux armements. En fait, les naïfs membres du GAC avaient recommandé d'intensifier au maximum les capacités de production ou de développement des bombes A – on atteindra 500 KT en 1952 –, du deutérium et du tritium, des bombes "dopées" dont la puissance approchera la mégatonne et des armes "tactiques" qui, en cas de bataille terrestre, auraient dévasté l'Europe ; ils ne s'opposaient qu'au développement d'engins de puissance potentiellement illimitée.

extrêmement clairs. Dans la pratique courante, un scientifique ne peut guère apporter qu'un petit perfectionnement à l'une des nombreuses composantes d'un système d'armes. Cela ne pose pas de problèmes éthiques, stratégiques ou politiques aussi énormes et visibles que le développement de la bombe H ; mais la tâche des confusionnistes, mystificateurs ou corrupteurs chargés de neutraliser vos objections n'en est que plus facile.

Plus simplement, on peut vous proposer un problème limité, étude théorique ou résolution numérique d'équations différentielles par exemple, sans en mentionner la finalité militaire ; cela s'est vu – précisément à propos de la future bombe H – dès que le premier calculateur électronique américain, l'ENIAC d'Eckert et Mauchly, fut opérationnel [14] en novembre 1945. Le secret militaire ne peut que conduire à des situations de ce genre et, de toute façon, le directeur d'une équipe de recherche bénéficiant de contrats militaires ou autres n'est aucunement obligé d'en faire connaître la finalité à son personnel. Les Américains disent que leur pays est « *a Paradise, full of rattlesnakes* » [*un paradis plein de serpents*] ; ce n'est pas le seul. On pourrait en dire autant des très nombreux domaines scientifiques qui, des mathématiques à l'océanographie, ont depuis 1945 obtenu, aux États-Unis et ailleurs, les faveurs des gouvernants en raison de leurs applications militaires directes ou potentielles.

---

[14] Voir Herman H. Goldstine, *The Computer from Pascal to von Neumann* (Princeton UP, 1972), p. 226 qui, désirant lui aussi mystifier ses lecteurs, parle d'un « calcul d'hydrodynamique » sans autre précision. Les Soviétiques furent informés par Fuchs avant les servants de l'ENIAC qui enfournaient des milliers de cartes perforées dans la machine. Plus comique encore, la méthode envisagée à l'époque aurait conduit les Soviétiques, comme les Américains, dans une voie sans issue. Voir Rhodes, *Dark Sun* et David Holloway, *Stalin and the Bomb. The Soviet Union and Atomic Energy 1939-1956* (Yale UP, 1994), pp. 310-311.

2. Les mathématiques appliquées aux États-Unis

Dans le divertissant chapitre de ses mémoires qu'il consacre à son enseignement à l'Ecole polytechnique, Laurent Schwartz accuse (p. 355 et 173) les mathématiciens purs français et particulièrement les membres du groupe Bourbaki d'avoir fait preuve « d'ostracisme » à l'égard de leurs collègues des mathématiques appliquées. Il nous assène que « *tout mathématicien doit se soucier des applications de ce qu'il fait* » sans, apparemment, se rendre compte de l'ambiguïté de sa formule : se soucier peut aussi bien signifier choisir, refuser ou dénoncer mais ce n'est manifestement pas ce que suggère Schwartz. Il ne nous fourni ni le moindre commencement de justification de son impératif catégorique ni la moindre discussion des problèmes qu'il pourrait soulever, ni le moindre aperçu des applications, fort variées, des mathématiques ; le fait que les mathématiques appliquées « *connaissaient un puissant essor aux États-Unis et en URSS notamment* » suffit apparemment à tout justifier sans qu'il soit nécessaire de faire comprendre au lecteur les raisons de ce curieux développement chez les deux *leaders* de la course aux armements.

Le développement des mathématiques appliquées aux USA [15] qui inspirait tant Laurent Schwartz n'est pas très

---

[15] Voir notamment Amy Dahan-Dalmedico, "L'essor des mathématiques appliquée aux États-Unis : l'impact de la seconde guerre mondiale", *Revue d'histoire de mathématiques* n°2, 1996, pp. 149-213. Le cas de l'URSS est probablement fort semblable, voire même encore plus tourné vers l'armement, mais n'a, à ma connaissance, fait l'objet d'aucune étude un tant soit peu précise.

difficile à expliquer. Il faut d'abord noter qu'avant la guerre, aux USA comme ailleurs, ce sont les mathématiques pures qui dominent dans les universités et que les utilisateurs n'ont en général aucun besoin de professionnels des mathématiques : les ingénieurs et scientifiques résolvent eux-mêmes leurs problèmes, *General Electric* et surtout le *Bell Labs* de *AT&T*, qui utilisent quelques diplômés en mathématiques, constituant les principales exceptions dans l'industrie. La situation commence à changer dans quelques centres grâce à des réfugiés européens soit, cas des Allemands, congédiés en raison de la religion de leurs grand'mères (Fritz Haber *dixit*) soit, cas des juifs hongrois, polonais, etc. préférant quitter l'Europe avant de passer sous la coupe des Nazis. Richard Courant, Kurt Friedrichs et Hans Lewy par exemple apportent à très petite échelle à la *New York University* la tradition fondée au début du siècle par Félix Klein à Göttingen (voir plus loin) ; il s'agit probablement moins de mathématiques appliquées au sens actuel que de celles, souvent, fort « modernes », que l'on trouve dans les célèbres *Methoden der Mathematischen Physik* de Courant et Hilbert. En 1937 on crée au laboratoire de recherches balistiques du centre d'essais de l'armée à Aberdeen (Maryland) un comité scientifique (Goldstine, pp. 72-83) auquel participent von Neumann et von Karman, ancien élève de Prandtl à Göttingen avant 1914, arrivé au *CalTech* en 1929 où il dirige un institut de mécanique des fluides et d'aérodynamique plus tard fort célèbre ; von Karman deviendra en 1944 le principal conseiller scientifique de l'Air Force et, à ce titre, annoncera dans un rapport célèbre le futur mariage des missiles et de la bombe atomique.

C'est la guerre qui fait fleurir les mathématiques appliquées dans toutes sortes de domaines et y convertit provisoirement la quasi totalité des mathématiciens disponibles : ondes de choc, « *surface waves in water of variable depth* », calculs « hydrodynamiques » pour les bombes atomiques, dynamique

des gaz, optimisation statistique des bombardements aériens, tir contre avions, recherche opérationnelle, etc. Certains mathématiciens de l'industrie commencent à dire (Thornton C. Fry, *Bell Labs*, 1941) que les mathématiques « pures » ou « supérieures » ne sont, après tout, que des branches des mathématiques appliquées qui n'ont pas encore trouvé un vaste champ d'applications « *et ne sont donc pas encore, pour ainsi dire, sorties de l'obscurité* » [16]. On trouve dans les publications mathématiques standard des généralités passablement abstraites sur leurs applications pratiques, mais fort peu de détails précis et concrets.

En attendant des historiens professionnels qui exploiteront les archives plutôt que des articles trop courts et trop flous dus à des mathématiciens trop discrets ou trop occupés, la chance peut fournir des détails, parfois dans des sources que ceux-ci ne fréquentent pas. Les bombardements de 1945 sur les villes japonaises (et beaucoup plus tôt sur les villes allemandes) posent le problème de déterminer les proportions de bombes explosives et incendiaires susceptibles de maximiser les dégâts : les explosifs « ouvrent » les maisons que l'on incendie ensuite globalement, l'énorme appel d'air crée par un brasier de plusieurs km² laissant peu d'espoir aux habitants qui tentent de fuir l'incendie. On fait alors appel, pour le Japon, aux services d'une équipe dirigée par un statisticien de Berkeley, Jerzy Neyman, qui applique à ce

[16] Cela prend parfois longtemps. Il a fallu plus de trois siècles pour passer de l'obscur « petit » théorème de Fermat sur les nombres premiers à la cryptologie à clé publique. La relation d'Euler entre exponentielles complexes et fonctions trigonométriques (ca. 1730) apparaît en électrotechnique à la fin du XIXe siècle. Les espaces de Riemann sont inventés soixante ans, et le calcul tensoriel des Italiens trente ans, avant la Relativité générale. Les nombres et fonctions algébriques, les fonctions automorphes du siècle dernier n'ont pas encore, semble-t-il, « émergé de l'obscurité » bien que continuant à être l'objet de recherches très actives, mais tout espoir n'est pas perdu.

problème et à d'autres des méthodes qui le rendront célèbre après la guerre [17].

En 1943, Richard Courant, s'appuyant sur la méthode d'approximation qu'il a utilisée en 1928 avec Friedrichs et Lewy pour établir l'existence de solutions d'équations aux dérivées partielles, explique à Hans Bethe, chef de la physique théorique à Los Alamos, comment calculer numériquement le comportement d'une sphère de plutonium comprimée par une onde de choc convergente (Nagasaki) ; de cette technique fortement poussée par von Neumann sortira l'intérêt de celui-ci pour le premier calculateur électronique qu'il rencontrera l'année suivante, l'ENIAC ; c'est pour ce calcul que l'on a déjà commandé en 1943 des machines IBM à cartes perforées incomparablement moins rapides. Au printemps 1945, von Neumann, au *Target Committee* chargé de choisir les objectifs des premières armes atomiques disponibles, calcule l'altitude à laquelle faire exploser les bombes d'Hiroshima et Nagasaki pour en « optimiser » les effets, c'est-à-dire pour maximiser les destructions et le nombre de victimes [18]. Il y eut sûrement beaucoup d'applications plus élégantes mais, encore une fois, les « détails » manquent dans la plupart des cas.

Et tant qu'à célébrer les mathématiques appliquées de cette époque, on pourrait aussi examiner ce qui se passait dans un pays que l'on oublie si souvent de citer : l'Allemagne qui, dans

---

17 A. Schaffer, *Wings of Judgment. American Bombing in World War II* (Oxford UP, 1986), p. 156 cite une lettre (janvier 1945) de Neyman au National Defense Research Committee (NDRC) : « *You must be aware of the fact that the problem of IB-HE is very interesting to me and I would be delighted to continue the work on it for your group* » (IB = incendiary bombs, HE = high explosives, *id est* bombes classiques). Neyman n'en aura pas moins des ennuis sérieux à cause de son opposition à la guerre du Vietnam : le Pentagone lui supprime ses contrats ce qui scandalise la corporation.

18 Voir N. Metropolis et E. C. Nelson, "Early Computing at Los Alamos" *(Annals of the History of Computing,* oct. 1982), l'introduction par Hans Bethe à S. Fernbach et A. Taub, eds, *Computers and their Role in Physical Sciences* (Gordon & Breach, 1970) et Sherwin, *A World Destroyed,* notamment pp. 228-231. Noter que la bombe de Nagasaki explosa a près d'un km du point prévu, ce qui, dans ce cas, relativise l'utilité des mathématiques appliquées.

certains domaines, est fort en avance sur ses ennemis. L'arrivée au pouvoir des Nazis ouvre les vannes de la finance en aérodynamique : à Göttingen, l'effectif passe chez Prandtl de 80 à 700 personnes entre 1933 et 1939. Mais un autre effet du nazisme est de détériorer les mathématiques et la physique (entre autres) et pas seulement en expulsant les scientifiques juifs : l'effectif des étudiants diminue de 90 % à Göttingen en quelques années, l'idéologie au pouvoir leur offrant probablement des perspectives plus viriles, encore que d'aucuns propagent dans les lycées une image quasi-militaire des mathématiques : ordre et discipline, force de caractère et volonté. Comme en 1914, les scientifiques sont d'abord mobilisés comme tout le monde, de sorte que, aéronautique et balistique mises à part, la recherche militaire sérieuse ne commence guère avant l'hiver 1941-1942, lorsque le mythe de la *Blitzkrieg* est pour le moins ébréché. Au surplus, l'Allemagne nazie, conglomérat de féodalités administratives qui se font la guerre pour le pouvoir, manque d'une coordination centrale de la R&D à l'américaine, et le niveau intellectuel de ses dirigeants laisse à désirer…

On finit néanmoins par mobiliser à retardement, souvent à l'insistance des mathématiciens eux-mêmes, la plus grande partie de la corporation ; dans ce domaine comme dans d'autres et comme aux USA ou en URSS, cela permet aussi de protéger les scientifiques des « *hasards d'une balle turque* » qui avaient tant indigné Ernest Rutherford lorsque l'un des principaux espoirs de la physique atomique britannique était mort aux Dardanelles en 1915. Le travail porte parfois sur des sujets assez généraux comme la première version, par Wilhelm Magnus, du futur recueil de formules sur les fonctions spéciales de Magnus et Oberhet-Tinger, le traité d'Erich Kamke sur les équations différentielles ou celui de Lothar Collatz sur les calculs de valeurs propres. Il porte aussi parfois sur des problèmes beaucoup plus directement militaires comme l'aérodynamique supersonique des obus et missiles, les

oscillations des ailes d'avions (*wing flutter*), les courbes de poursuite pour les projectiles téléguidés, ou la cryptologie. On y rencontre des mathématiciens fort connus, y compris des algébristes comme Helmut Hasse, Helmut Wielandt ou Hans Rohrbach qui se reconvertissent temporairement. Un ancien assistant de Courant à Göttingen, Alwin Walther, ayant créé avant la guerre à la *Technische Hochschule* (TH) de Darmstadt un Institut de mathématiques pratiques (IPM), travaille notamment pour Peenemünde (dirigé par Werner von Braun) dès 1939 ; lorsque Hitler donne au V2 la priorité en juillet 1943. Peenemünde se munit d'un service de mathématiques qui passe les contrats avec diverses universités et la TH.

L'IPM est pendant la guerre le principal centre de calcul pour la recherche militaire ; on n'y utilise pas d'autre matériel que des machines arithmétiques standard de bureau et des calculatrices biologiques ayant terminé leurs études secondaires. Les trois machines à relais téléphoniques de Konrad Zuse trouvent quelques utilisations, mais la machine à tubes électroniques de Wilhelm Schreyer, collaborateur de Zuse, est rejetée par les autorités [19]. Le premier travail de Walther après la défaite sera de diriger pour les Alliés la rédaction de cinq rapports sur les mathématiques ; il note la similitude entre les sujets traités en Allemagne et aux USA, « *merveilleux témoignage de la puissance et de la vie propre des idées mathématiques par-delà les frontières* ». Courant est sans doute du même avis puisqu'il invite Walther à s'établir aux USA : préférant reconstruire son pays et devenu « pacifiste », celui-ci décline cette alléchante perspective [20].

---

[19] L'une des différences essentielles entre les militaires ou gouvernants allemands et américains est que les seconds, et non les premiers, sont disposés à prendre beaucoup de risques sur des projets à la limite des possibilités ; le cas de l'ENIAC, financé par Aberdeen (500 000 dollars environ) en dépit de sa fiabilité *a priori* désespérée (18 000 tubes électroniques, 2 000 chez Schreyer), est typique. La surabondance des crédits facilite évidemment ce genre de décision.

[20] Pour ce qui précède, voir H. Mehrtens, "Mathematics and War : Germany, 1900-1945", dans Paul Forman et José M. Sanchez-Ron, eds., *National Military Establishments and the Advancement of Science and Technology* (Kluwer, 1996), pp. 87-134.

Aux États-Unis où nous revenons, un long rapport [21] sur les mathématiques appliquées déclare en 1956 :

> « Disons aussi d'emblée qu'avant la Seconde Guerre mondiale, à de très rares exceptions près, elles ne furent structurées par aucune organisation et ne vivotèrent que grâce à l'intervention du gouvernement fédéral. *N'eussent été les exigences liées aux questions de sécurité nationale, les mathématiques appliquées dans ce pays seraient mortes et enterrées.* » (Souligné dans le texte)

Selon le même rapport, les organes gouvernementaux – *id est*, à cette époque, militaires *de jure* ou *de facto*, comme l'*Atomic Energy Commission* ou le NACA [22] – et les industries connexes sont quasiment seuls à utiliser des professionnels des mathématiques appliquées. En fait, les organisateurs de la R&D militaire pendant la guerre aux États-Unis n'avaient pas même prévu de faire appel à des mathématiciens : ce sont ceux-ci qui ont fait créer en 1942 un *Applied Mathematics Panel* à la disposition de tout le monde.

Un rapport de 1962 note qu'en 1960, sur 9 249 « mathématiciens professionnels » employés dans l'industrie ou les services du gouvernement, les deux branches les plus militarisées de l'industrie – aéronautique et équipement électrique – en employaient 1961 et 1226, le Pentagone en employant environ deux mille autres [23].

---

[21] *Report on a Survey of Training and Research in Applied Mathematics in the United States,* F. J. Weyl, lnvestigator (National Research Council/NSF, publié par la Society for Industrial and Applied Mathematics, 1956), notamment p. 31.

[22] *National Advisory Committee for Aeronautics,* fondé en 1915, organisme gouvernemental de recherche à la disposition de l'armée et de l'industrie. Il devient la NASA après le Spoutnik.

[23] *Employment in Professional Mathematical Work in Industry and Government* (NSF 62-12). Il ne faut sûrement pas prendre au pied de la lettre des estimations à une unité près et le rapport précise que 6 311 seulement de ces « mathématiciens » ont fait quelques années d'études dans le secteur des mathématiques, les autres provenant par exemple de l'*electrical engineering*. Les activités de R&D n'utilisent que la moitié des personnes considérées.

En 1968 un autre rapport, sur les mathématiques en général celui-ci, recommande que les *mission-oriented agencies* – dans l'ordre : le *Department of Defense* (DOD), l'*Atomic Energy Commisssion* (AEC qui, entre autres « missions », invente et produit en série toutes les têtes nucléaires des armes américaines), la NASA et les *National Institutes of Health* (NIH) – continuent à financer la recherche dans les domaines les plus utiles à leurs vocations et à soumettre leurs problèmes à la communauté [24]. La rédaction de ce rapport fut dirigée en pleine guerre du Vietnam par Lipman Bers, l'un des principaux opposants à celle-ci chez les mathématiciens. Il expliquera en 1976 dans les *Notices of the AMS* qu'il n'avait accepté ce travail qu'après avoir été assuré que la guerre serait terminée lorsqu'il serait publié ; elle le sera cinq ans plus tard.

Un rapport de 1970, cité dans mes articles sur le « modèle scientifique américain », mentionne 876 mathématiciens (dont 166 docteurs) chez AT&T, 170 chez Boeing, 239 chez McDonnell Douglas, 147 chez Raytheon, 68 chez Sperry Rand, 287 chez TRW, 137 chez Westinghouse, etc. Toutes ces grandes entreprises de haute technologie produisent des matériels militaires, très majoritairement chez Boeing, McDonnell, Raytheon et TRW ; AT&T, avec ses Bell Laboratories, produit du matériel de télécommunications civil – et, à ce titre, utilisait déjà des mathématiciens avant la guerre – mais participe aussi depuis le début des années 1950 à des projets militaires beaucoup plus sophistiqués (système SAGE de défense anti-aérienne du continent américain puis défense anti-missiles) ; Sperry est, depuis toujours, lié à la Marine à laquelle il fournit des instruments de navigation et, après sa fusion avec Remington-Rand en 1955, des quantités de systèmes informatiques (UNIVAC). Westinghouse construit

[24] *The Mathematical Sciences : a Report* (Washington, National Academy of Science, 1968), pp. 20-21.

notamment des réacteurs nucléaires civils basés sur le système PWR des propulseurs sous-marins que fournit la maison.

Il va de soi que ce qu'on appelle dans ce genre de contexte un « mathématicien » n'est pas l'équivalent d'un Euler ni même d'un universitaire ; le travail sérieux est fréquemment confié à des universitaires travaillant sur contrat et c'est plutôt dans cette direction qu'il faudrait s'orienter pour estimer l'importance réelle des mathématiques non banales dans les applications militaires ou industrielles.

Les mathématiques appliquées et l'analyse numérique se sont progressivement répandues dans le secteur civil, mais leur degré de militarisation est toujours resté considérable aux USA si l'on s'en tient aux activités financées par Washington. Voici une table simplifiée [25] des sources de financement, gouvernemental de la recherche (fondamentale et appliquée, développement exclu) dans le secteur *Mathematics and Computer Science* ; elle couvre tous les organismes – université, industrie, centres gouvernementaux, etc. – où l'on fait des mathématiques ou de l'informatique (structure logique des machines, méthodes de stockage des données, programmation, etc.) :

	1958	1962	1968	1974	1981	1987	1994
Total	40,4	68,9	119,3	127,4	279,0	759	1242,3
DOD	36,4	38,5	79,2	70.2	147,5	453	593,2
NSF	1,4	7,3	18,4	23,7	61,6	124	238,5
NASA	0	17,2	3,7	1.9	4,0	70	25,7
AEC/ DOE	1,9	4.1	5,8	5,6	14,7	38	201,8

[25] Il ne faut pas attribuer aux statistiques ci-dessous, qui résultent de questionnaires soumis à des centaines d'organismes, une précision qu'elles n'ont pas ; ce sont les tendances et les proportions approximatives qui comptent.

Il s'agit de millions de dollars courants, à multiplier par des facteurs allant de 5 à 1,2 environ[26] pour les convertir en monnaie de 1997. Outre le DOD, la NASA et l'AEC – devenue depuis vingt ans le *Department of Energy* (DOE) couvrant un champ plus large –, la *National Science Foundation* (NSF) finance la recherche de base en distribuant des contrats ; il y a aussi des contributions plus faibles d'autres départements (transports, commerce, santé, etc.). L'envol des crédits DOD entre 1981 et 1987 correspond à la période Reagan pendant laquelle le budget militaire augmente d'au moins 50 % en termes réels afin de donner à l'économie soviétique la poussée finale vers la faillite si l'on en croit Mrs Thatcher. Comme on le voit, le DOD fournit encore à peu près la moitié de tous les crédits fédéraux attribués à la recherche en mathématiques et informatique. L'*electrical engineering* (télécommunications, radar, composants électroniques, etc.) est le seul domaine où les crédits militaires de recherche soient proportionnellement plus importants qu'en mathématiques et informatique.

Si l'on considère uniquement la recherche appliquée en mathématiques et informatique, on obtient le tableau suivant :

	1965	1968	1974	1981	1987	1994
Total	50,5	66.6	78,1	138,5	464	738,7
DOD	43,0	44,2	53,2	88,2	344	446,6

[26] Les tables détaillées de la NSF indiquent qu'un dollar de 1987 vaut 27 % (resp. 31 %, 43 %, 78 %, 125 %, 136 %) d'un dollar de 1962 (resp. 1968, 1974, 1981, 1994, 1997). *Science and Engineering Indicateurs 1996,* table 4-1 qui permet la conversion année par année. La NSF publie des masses de statistiques généreusement, distribuées ; j'en reçois depuis plus de vingt ans. Ayant demandé trois nouvelles publications – deux kilos de papier environ – au printemps de 1997, je les ai reçues gratuitement en une dizaine de jours par avion. Vous pouvez aussi utiliser Internet (<http://www.nsf.gov/sbe/srs/stats.htm> pour les statistiques et <http://www.nsf.gov> pour les informations générales).

La NSF indique que, sur les 740 millions de dollars de 1994, 95 (resp. 566) vont aux mathématiques (resp. à l'informatique), le reste mélangeant les deux secteurs ; les 446 millions du DOD fournissent de même 33 (resp. 381) millions, auxquels s'ajoutent 105 du DOE dont 1,7 (resp. 73) millions ; les autres contributions sont beaucoup moins importantes.

On peut aussi noter que, parmi l'ensemble des secteurs scientifiques, celui qui nous occupe ici est le seul dont les crédits gouvernementaux, et en particulier militaires, de recherche appliquée continuent à croître. Bien que le total des crédits de la R&D militaire ait baissé depuis le sommet de l'époque Reagan (35 milliards en 1987 et 27 en 1996 en monnaie de 1987), ils ont d'autant plus de chances de rester à un niveau très élevé que le Pentagone s'est inventé une nouvelle mission bien avant la chute de l'URSS : veiller à la « sécurité économique », et non pas seulement militaire, des États-Unis en développant des technologies à double emploi, par exemple dans le secteur explicitement mentionné de la simulation et de la modélisation qui concerne les mathématiques et l'informatique ; « *technological supremacy remains the over-riding goal of U.S. defense S&T policy* » [27] et à défaut de la guerre froide, la compétition internationale pour les ventes d'armes et de technologie, ainsi que la « dissuasion du fort au faible » rendue nécessaire précisément par celles-ci – voyez La première guerre d'Irak –, stimuleront le progrès technique.

Ces crédits ne vont évidemment pas uniquement aux universités ; celles-ci, en 1994, avaient perçu du gouvernement fédéral 196 millions en mathématiques et 453 en informatique, pour des dépenses totales – crédits spécifiquement attribués à des activités de recherche – de 278 et 659 millions dans ces secteurs, ce qui signifie que le gouvernement en finance les deux tiers environ. Pour la

[27] *Science and Engineering Indicators 1996*, p. 4-24, 33 et 34.

recherche de base en mathématiques (resp. informatique), on trouve des crédits fédéraux de 128 (resp. 193) millions, dont 40 (resp. 48) fournis par le DOD. Pour la recherche appliquée, le total est de 10 (resp. 168) millions de dollars dont 5 (resp. 150) fournis par le DOD et en quasi totalité par l'ARPA [28], ce qui représente près de 250 millions de crédits DOD sur un total de 659. Ce n'est plus la situation de 1958 où quasiment tous les crédits fédéraux spécifiquement alloués à la recherche étaient militaires, et les trois quarts des crédits militaires vont maintenant à l'informatique plutôt qu'aux mathématiques proprement dites. Mais ce n'est pas non plus le retour à l'innocence du Paradis avant la Chute.

En fait, ces statistiques ne mesurent pas exactement l'influence militaire sur les mathématiques dans les universités. Les contrats de l'*Office of Naval Research* par exemple, fort substantiels entre 1947 et 1970, étaient excellents pour l'image de marque de l'agence et permettaient de garder à toutes fins utiles le contact avec la communauté ; tous les mathématiciens de ma génération savent que ces contrats sont allés entre autres à des gens faisant des recherches dans les secteurs les plus « modernes » des mathématiques pures. Ces domaines sont encore prépondérants jusqu'aux environs de 1970 – les attaques contre les mathématiques « abstraites » ou « modernes » n'ont pas davantage manqué aux USA qu'en France – à une époque où les crédits de la NSF étaient encore très faibles ; ils servaient à financer une partie des salaires, à aider les étudiants faisant leurs thèses, à organiser des colloques, à inviter des étrangers, y compris peut-être le présent auteur, et assuraient la suprématie américaine dans ce domaine comme dans les autres ; cette pratique, courante

---

[28] *Federal Funds for Research and Development, Fiscal Years 1994, 1995, and 1996* (NSF 97-302), tables détaillées C-70 et C-78 et *Academic Science and Engineering : R&D Expenditures, Fiscal Year 1994* (NSF 96-308), tables B-3 et B-7. L'*Advanced Research Projects Agency*, retombée du Spoutnik, pilote et finance la recherche militaire à long terme. Le réseau Internet dérive directement du réseau Arpanet des années 1970.

avant 1970, a beaucoup diminué après le vote par le Congrès américain d'un *Mansfield Amendment* interdisant au Pentagone de financer des recherches n'ayant pas d'intérêt militaire plus ou moins clair. Il ne faut pas pour autant oublier que l'*Office of Naval Research* ou l'ARPA ne fonctionnent pas à la manière de la philanthropique Fondation Rockefeller.

Les mathématiciens répondaient parfois qu'ils détournaient l'argent des militaires à des fins bénéfiques ou innocentes ou, comme le linguiste Noam Chomsky, que « *le Pentagone est une vaste organisation dont la main droite ignore ce que fait la main gauche* », ou encore que le Congrès est trop stupide pour financer autrement les mathématiques. Ce type d'argument, qui permet de gagner sur les trois tableaux de la finance, de la vertu et du progrès des lumières, demanderait, me semble-t-il, à être vérifié. Ce n'est pas au spectateur de prouver qu'un contrat militaire implique son bénéficiaire ; c'est à celui-ci, s'il le conteste, de faire la preuve du contraire.

Il faudrait aussi expliquer pourquoi, *a contrario*, le secteur bio-médical n'a proportionnellement jamais joui, à beaucoup près, des mêmes faveurs de la part du DOD : en 1968, 105 millions de crédits DOD sur 1 534 millions de crédits fédéraux de recherche, 265 millions sur 9,3 milliards en 1994. Il est financé depuis cinquante ans principalement par les NIH, fortement encouragé par le Congrès et les électeurs, et aucun biologiste n'a jamais prétendu « détourner » les crédits des NIH, bien au contraire.

3. Jacobi et la naissance des mathématiques pures

La théorie de Schwartz, n'a pas toujours fait l'unanimité. Avant le XIXe siècle, lorsque les sciences n'étaient pas encore aussi spécialisées qu'elles le sont devenues, les mathématiciens s'étaient certes pour la plupart intéressés à la mécanique, à l'astronomie et à la physique et parfois à des applications pratiques : navigation, géodésie, balistique, fortifications, etc. Quoique cette tendance ait toujours existé par la suite dans une partie de la profession, notamment parce que la physique pose des problèmes de plus en plus intéressants, une tendance nouvelle apparaît en Allemagne au début du XIXe siècle. Tous les mathématiciens connaissent au moins l'esprit de la célèbre lettre de 1830 en français, de Jacobi à Legendre :

> « Il est vrai que M. Fourier avait l'opinion que le but principal des mathématiques était l'utilité publique et l'explication des phénomènes naturels : mais un philosophe [29] comme lui aurait

---

[29] Terme qui, à l'époque, désigne tous ceux qui cherchent à comprendre la nature. C'est aussi le sens qu'il a lorsque Newton intitule son grand traité de cosmologie *Les principes mathématiques de la philosophie naturelle.* La question de savoir si Fourier était un vrai « philosophe » n'est pas entièrement claire. Né à Auxerre en 1768 et orphelin à neuf ans, il est recommandé à l'Evêque de la ville qui l'envoie à l'école militaire locale où il découvre les mathématiques et attire l'attention des inspecteurs de l'école, notamment de Legendre ; ceux-ci voudraient l'envoyer à un collège parisien tenu par des bénédictins comme l'école militaire d'Auxerre, mais les bons pères le font entrer comme novice dans une abbaye en 1787. Il renonce à cette prometteuse carrière en 1789, revient enseigner à l'école d'Auxerre, entre à la société locale des Jacobins et, critiquant des officiels corrompus, est l'objet en 1794 d'un mandat d'arrêt avec guillotine à la clé ; Robespierre refusant le pardon, Fourier est arrêté à Auxerre ; la population le fait libérer mais on l'arrête une seconde fois et c'est la chute de Robespierre qui le sauve. Fourier est alors accepté

dû savoir que le but unique de la science, c'est l'honneur de l'esprit humain, et que sous ce titre, une question de nombres vaut autant qu'une question de système du monde. »

Tous issus d'une Ecole polytechnique qui n'avait pas à son programme officiel « l'honneur de l'esprit humain », sauf à prétendre que le perfectionnement et l'usage de l'artillerie relèveraient de ce concept, la plupart des mathématiciens français, suivant l'exemple de Fourier, étaient fort occupés par les équations de la physique, probablement peu utiles pour l'artillerie de l'époque. Jacobi, lui, se passionnait pour la théorie des nombres et était en train de révolutionner celle des fonctions elliptiques, ce qui donnera lieu jusqu'à nos jours à une très belle branche des mathématiques pures en dépit, et non pas à cause, de leur utilité pratique.

Enfant prodige qui, à l'université de Berlin, fait d'abord des études littéraires excessivement brillantes, Jacobi est à l'époque professeur à Königsberg où le ministre prussien compétent, influencé notamment par les éloges de Legendre, a dû

---

comme élève de l'Ecole normale qui vient d'ouvrir puis, après quelques mois, entre à Polytechnique où Monge le fait nommer assistant ; on l'accuse maintenant d'être un partisan de Robespierre et ses collègues sont obligés d'intervenir pour le sauver une seconde ou troisième fois.

Choisi par Monge et Berthollet en 1798 pour faire partie de l'Institut d'Egypte, il accompagne Bonaparte et, pendant un temps, dirige *de facto* toutes les affaires civiles et négocie avec les potentats locaux, notamment pour faire libérer des esclaves que leur *sex appeal* recommande favorablement à quelques surmâles français. Bonaparte le nomme préfet de l'Isère en 1802, poste qu'il occupe jusqu'en 1814 et dans lequel il est chargé de veiller à l'exécution des décisions de son protecteur, d'ouvrir le courrier et de supprimer les publications des opposants, d'établir un fichier des personnalités, d'organiser les élections, de censurer le journal local « *in order to keep both revolution and scandal from its columns* » comme le dit Grattan-Guinness, *Joseph Fourier, 1768-1830* (MIT Press, 1972), etc. Il fait aussi construire la route de Grenoble à Briançon et assécher les marais de Bourgoin entre Grenoble et Lyon. Il convertit à l'égyptologie les frères Champollion et organise la rédaction et la publication de la *Description de l'Egypte* (21 volumes publiés entre 1809 et 1821). Il semble que Fourier n'ait pas particulièrement apprécié son travail de préfet, mais il n'en fut jamais déchargé et l'accomplit avec le plus grand sérieux. Malgré des manœuvres acrobatiques en 1814-1815, il perd tout à la Restauration et se retrouve mathématicien.

l'imposer aux gens du cru qu'indisposait l'arrogance de Jacobi. Avec le physicien Franz Neumann et l'astronome Friedrich Bessel, Jacobi, influencé par ce qu'il a connu à Berlin en philologie, fonde à Königsberg le premier « séminaire » de mathématiques et physique destiné à des étudiants avancés ; cette institution se répandra dans toutes les universités allemandes et y obtiendra un statut officiel : deux ou trois ans d'études, contact direct avec les professeurs, bourses, bibliothèques et laboratoires spécialisés, etc. Les Américains s'en inspireront après 1870 avec leurs *graduate schools* [30] et les Français après 1950, voire 1960 (troisièmes cycles).

Pour comprendre la déclaration de Jacobi à Legendre, il faut connaître l'idéologie qui se répand progressivement dans les universités allemandes ; elle se situe aux antipodes de celle, s'il y en a une, qui prévaut dans les facultés françaises instituées par Napoléon [31]. Directement et strictement contrôlées par le pouvoir central, celles-ci, en lettres et en sciences, sont exclusivement vouées aux examens du Baccalauréat et à la préparation à l'agrégation de l'enseignement secondaire ; les activités de recherche ne sont ni prévues, ni organisées, ni financées dans les universités dans les sciences mathématiques et physiques, Polytechnique prive beaucoup plus encore que

---

30 Le but recherché par l'université Columbia en créant une Graduate Faculty of Pure Science vers 1900 est « *the full establishment in America of the pursuit of science for its own sake, as a controlling university principle* » ; c'est exactement l'idéologie universitaire allemande. Cité par Paul Forman, *Into Quantum Electronics : The Maser as "Gadget" of Cold War America*, dans Paul Forman et José M. Sanchez-Ron, eds., *National Military Establishments and the Advancement of Science and Technology* (Kluwer, 1996), p. 267. Il existe une vaste littérature américaine sur le sujet.

31 L'exposé d'Alain Renaut, *Les révolutions de l'université* (Calmann-Lévy, 1995), permet de comparer l'évolution des systèmes universitaires français, allemand et américain ; dû à un philosophe manifestement fort compétent, il ne fournit à peu près pas d'indications sur les secteurs scientifiques et techniques sur lesquels existe une abondante littérature non française ; voir mon article *Science et défense I* (Gazette des mathématiciens, 61, 1994, pp. 3-60). Alain Renaut note au passage que, dans la Sorbonne de 1995, dix neuf (19) professeurs de philosophie se partagent un (1) bureau ; il serait difficile de prouver plus clairement le mépris des politiques français pour les disciplines "inutiles".

de nos jours de presque tous les bons étudiants [32] : en 1877, il n'y a encore, dans les secteurs scientifiques, que 350 étudiants inscrits dans les facultés françaises – il n'y a guère d'autres débouchés que ceux, encore très limités, de l'enseignement secondaire – et largement 250 polytechniciens par promotion. Comme environ 80 % des Polytechniciens vont dans l'armée entre 1871 et 1914, il n'y a pas lieu de déplorer cette ségrégation…

Entre 1806 et 1818, en partie pour retrouver sur le plan intellectuel, en attendant mieux [33], le prestige qu'elle a perdu à Iéna et « *régénérer, en réorganisant l'ensemble du système éducatif, les forces spirituelles d'un État affaibli matériellement* » comme l'écrit Alain Renaut, la Prusse rénove complètement son système d'éducation secondaire et supérieur, crée à Berlin en 1810 et à Bonn en 1818 les premières universités modernes et réforme les anciennes : liberté pour les enseignants et étudiants de choisir les sujets qu'ils enseignent et les cours qu'ils suivent ; libre passage d'une université à une autre pour les étudiants ; pas de sélection à l'entrée, l'équivalent du Baccalauréat suffisant ; pas d'examens internes, mais, à la sortie de l'université, des concours de recrutement aux professions, notamment à l'enseignement secondaire ; préparation d'un doctorat pour ceux que la recherche attire ; recrutement et avancement des enseignants en fonction de leurs capacités

---

32 Laurent Schwartz se plaint dans ses mémoires (p. 354) du fait que, dans les universités françaises actuelles, « *l'absence de sélection conduit à une dégénérescence de plus en plus profonde, avant tout dans les premiers cycles* », ce qui ne l'empêche pas d'observer (p. 357) qu'une bonne partie des élèves hautement sélectionnés de l'X échoueraient aux examens universitaires de second cycle. En fait, le problème existe depuis fort longtemps et précisément en raison de l'existence de la sélection négative opérée par le système parallèle des écoles d'ingénieurs, système dont la France a le monopole mondial.

33 A savoir une armée fondée sur trois ans de service militaire obligatoire, cinq ans dans la réserve et plus longtemps dans la territoriale, à la tête de laquelle un État-Major Général a pour fonction, en temps de paix, d'élaborer de minutieux plans de guerre, le tout servi par une puissante industrie à partir de 1860 environ. La France adoptera le système après en avoir mesuré l'efficacité en 1870.

scientifiques [34]. Élaboré par les philosophes prussiens que tout le monde connaît et par des philologues, historiens et théologiens (protestants…) qui créent la critique des textes, l'objectif des fondateurs est d'assurer aux étudiants une formation culturelle et intellectuelle par la *Wissenschaft* entendue comme l'ensemble des connaissances rationnelles dans tous les domaines de l'activité intellectuelle.

Mais à l'époque de Jacobi, le mot représente bien davantage les lettres et sciences sociales au sens français que les sciences proprement dites, réunies dans une même « Faculté de philosophie » et non pas séparées comme en France. Les mathématiques, bien qu'enseignées jusqu'alors à un niveau élémentaire et utilitaire, sont assez honorables puisque remontant aux Grecs, mais les sciences expérimentales sont généralement tenues en piètre estime par les littéraires qui dominent et n'y comprennent généralement rien, particulièrement à la chimie. Les scientifiques sont donc obligés d'insister sur le fait qu'en dépit de leurs éventuelles applications pratiques, leurs domaines d'activité ont, eux aussi, une valeur intellectuelle et peuvent, eux aussi, contribuer à former les esprits des étudiants à l'usage de la raison. Soutenus par des gouvernants impressionnés par la science des Français et la technologie des Anglais, les scientifiques allemands finiront par avoir gain de cause et. à partir de 1850-1860, par disposer d'un prestige et de ressources que leurs homologues étrangers leur envieront. Mais c'était encore loin d'être le cas en 1830.

Ayant, à Berlin, absorbé la nouvelle idéologie chez le plus célèbre philologue de l'époque, Jacobi s'y tient après être

[34] Ce dernier point est en fait imposé par les ministres de l'Éducation jusqu'en 1848, lesquels nomment les professeurs en consultant des spécialistes, éventuellement français, et non l'ensemble de la faculté de philosophie ; celle-ci est beaucoup plus sensible aux mérites pédagogiques et comportements individuels, voire aux relations personnelles et, au début, comporte beaucoup de représentants de l'ancien système.

passé aux mathématiques. Il va beaucoup plus loin que de l'écrire à Legendre ; en 1842, invité à Manchester à l'occasion d'un congrès de l'association des scientifiques anglais, il écrit à son frère physicien : « *j'ai eu le courage d'y proclamer que l'honneur de la science est de n'être d'aucune utilité* ». Ce qui, dit-il, provoqua d'énergiques dénégations dans son auditoire : la plupart des Anglais sont encore voués à la conception que Francis Bacon a élaborée au XVII[e] siècle, à savoir la domination de l'Homme sur la Nature ou, en pratique, la réalisation de toutes les possibilités techniques grâce à la compréhension des lois naturelles.

Dans le même ordre d'idées, le chimiste allemand Liebig, qui connaît fort bien l'Angleterre, écrit à Faraday en 1844 :

> « Ce qui m'a le plus frappé en Angleterre, c'est le fait que seuls les travaux offrant des perspectives pratiques éveillent l'intérêt et attirent la considération, tandis que des travaux de science pure de bien plus grande valeur sont presque ignorés. Les seconds sont pourtant la seule, la vraie source d'où découlent les premiers… En Allemagne, c'est plutôt le contraire. Là-bas, les applications pratiques n'ont qu'une valeur insignifiante aux yeux des scientifiques, qui considèrent que le progrès de la Science constitue à lui seul un objectif digne d'intérêt. » [35]

La théorie de Jacobi, qui coïncide chronologiquement avec l'apparition en Allemagne des universitaires pratiquant leur

---

[35] Citation de Jacobi dans R. Steven Turner, *The Growth of Professorial Research, in Prussia, 1818 to 1848. Causes and Context* (Historical Studios in Physical Sciences, 3, 1971, 137-182), notamment p. 152. Sur Bacon et l'Angleterre, Jacques Blamont, *Le chiffre et le songe. Histoire politique de la découverte* (éd. Odile Jacob, 1993), chapitre "Atlantis". M. Blamont, professeur à l'université Paris 6 et académicien, est un spécialiste international fort connu de physique spatiale (aéronomie). Citation de Liebig dans Peter Alter, *The Reluctant Patron. Science and the State in Britain, 1850-1920* (Berg, 1987), p. 120, par un historien allemand qui développe abondamment le sujet. Liebig, qui ne néglige pas les applications pratiques de la chimie, notamment à l'agriculture, ajoute que le meilleur système serait de se tenir à égale distance des conceptions allemande et britannique.

activité en raison de son seul intérêt intellectuel, ne peut donc se comprendre que dans le contexte de la professionnalisation de la science proprement dite, *id est* de son installation dans les universités en tant qu'activité intellectuelle autonome à part entière au même titre que la philosophie ou l'histoire. Ce que proclame Jacobi, c'est la dignité intellectuelle de la recherche scientifique en tant que telle et eu particulier des mathématiques. Jacobi est à la fois l'anti-Bacon par excellence et l'héritier de la philosophie idéaliste allemande de son époque.

Fondé sur une vision philosophique de l'unité des connaissances, le système universitaire allemand ne vise ni à une simple professionnalisation spécialisée ni à la diffusion de connaissances utiles dans la technique. Cette mission est réservée aux futures TH, autres antithèses de Polytechnique sous beaucoup de rapports : on s'inspire de la pédagogie de l'Ecole initiale (théorie et travaux pratiques) mais on refuse la militarisation [36], le concours d'entrée et le cursus unique sans aller jusqu'au libéralisme universitaire. Créées à partir de 1825 à un niveau assez bas, elles conduiront à la fin du siècle à une dizaine d'institutions ayant un statut universitaire et comportant jusqu'à 40 % d'étudiants étrangers dans certains domaines. Les universités, de leur côté, accueilleront des quantités de futurs scientifiques américains, anglais, russes, japonais, etc. – pas de Français après 1870, apparemment – et jouiront dans les milieux scientifiques internationaux du même prestige que les TH chez les ingénieurs.

Il faudrait évidemment apporter quelques bémols à ce tableau. L'aspiration philosophique à l'unité des connaissances se révélera rapidement utopique et, à la fin du siècle, on introduira un examen après six semestres pour éviter les spécialisations excessives. A partir de 1870, des rapports avec l'industrie se développeront dans des branches comme la

[36] Ce qui n'empêchera pas certaines TH de comporter des sections de techniques militaires.

physique et surtout la chimie sans pour autant approcher ce que l'on voit dans les TH.

Aux environs de 1900, le grand mathématicien et patriote Félix Klein, apôtre de ces relations, lancera à Göttingen une école de mathématiques et physique appliquées en y faisant nommer notamment Carl Runge, premier grand spécialiste d'analyse numérique, et le mécanicien Ludwig Prandtl qui se lance peu après dans la mécanique des fluides [37] ; grâce à des crédits massifs au cours de la Grande guerre et après 1933, Prandtl transformera Göttingen en le plus grand centre d'aérodynamique européen jusqu'en 1945. Klein écrit avec le physicien Arnold Sommerfeld une *Theorie des Kreisels* (gyroscope) en quatre volumes où il réussit à placer un chapitre rempli de fonctions elliptiques et de séries de Jacobi. Le volume 4 développe les principales applications : stabilisation de la trajectoire des torpilles de Robert Whitehead, stabilisation d'un navire, compas gyroscopiques pour la marine, etc. Klein dirige aussi la rédaction d'une colossale *Enzyclopaedie* des mathématiques où les applications ne sont pas oubliées.

On est assez loin de Jacobi en dépit du goût initial de Klein pour les fonctions elliptiques et modulaires.

Jusqu'à la dernière guerre, il n'était en fait pas vraiment nécessaire de choisir entre mathématiques « pures » et « appliquées » à la résolution de problèmes techniques (à distinguer des applications à la physique théorique) : les secondes n'existaient guère en dehors de la mécanique des fluides. Celle-ci avait certes donné lieu depuis le XVIIIe siècle, comme d'autres domaines de la physique, à beaucoup d'études théoriques dues pour la plupart à de grands analystes,

---

37 Voir Paul A. Hanle, *Bringing Aero-dynamics to America* (MIT Press, 1982) et les mémoires de Theodor von Karman, *The Wind and Beyond* (Little, Brown, 1967).

mais ils ne se préoccupaient généralement pas des applications techniques ni des questions numériques, abandonnées aux ingénieurs comme en hydrodynamique navale. C'est principalement le développement de l'aérodynamique qui donne à celles-ci une importance prépondérante bien qu'on ne dispose encore que de méthodes de calcul primitives – l'analyse numérique des équations aux dérivées partielles est beaucoup plus difficile que celle des équations à une variable en dépit des simplifications apportées par la théorie de la « couche limite » de Prandtl – et de machines arithmétiques qui ne le sont pas moins. Soutenue par une propagande fréquemment délirante, peuplée d'ingénieurs, de militaires et d'hommes d'affaires en général aussi conservateurs en politique qu'imaginatifs en matière de finances [38], l'aéronautique désirait des résultats concrets et non des théorèmes généraux sur les EDP ; nous exposerons plus loin sa conception de la guerre. Godfrey Harold Hardy (p. 140 de son *Apology* de 1940 citée plus loin) estime les mathématiques de l'aérodynamique et de la balistique, sujet plus traditionnel, « *repulsively ugly and intolerably dull* » [*d'une laideur repoussante et d'un ennui intolérable*] ; cela peut passer pour un point de vue aristocratique, mais le fait est que l'aérodynamique attirait fort peu de vrais mathématiciens [39].

---

[38] Voir par exemple D.E.H. Edgerton, *England and the Aeroplane* (Macmillan, 1991), Emmanuel Chadeau, *De Blériot à Dassault. L'industrie aéronautique en France, 1900-1950* (éd. Fayard, 1987), Jacob A. Vander Meulen, *The Politics of Aircraft, Building an American Military Industry* (UP of Kansas, 1991). Le cas de l'Allemagne est un peu différent : le Traité de Versailles lui interdit l'aviation militaire, qui devient prépondérante après 1933. En ce qui concerne l'influence militaire, on peut noter qu'en France le ministère de l'Air avait financé avant la guerre la création d'une demi-douzaine d'instituts universitaires de mécanique des fluides à Lille, Poitiers, Toulouse, Marseille, etc. et assurait le salaire du professeur de mécanique des fluides à Paris et peut-être ailleurs. Une chaire d'aéronautique avait été créée à la Faculté des Sciences de Paris peu avant 1914 grâce à un don de Basil Zaharoff, personnage célèbre et controversé chargé de négocier les exportations de Vickers, l'énorme entreprise d'armement britannique.

[39] Les calculs théoriques que l'on trouve avant 1940 chez Ludwig Prandtl, Theodor von Karman ou G. I. Taylor relèvent le plus souvent de l'analyse la plus classique ;

En France, Jean Leray fait sa thèse de mécanique des fluides sur la théorie de la turbulence qui commence à naître (Prandtl-von Karman), mais les applications pratiques en sont probablement fort éloignées.

Il y avait aussi depuis longtemps l'inoffensive mécanique céleste qui posait des problèmes d'analyse classique beaucoup plus intéressants (perturbations et développements asymptotiques par exemple), voire extraordinairement difficiles, comme le problème des trois corps qui continue à inspirer des mathématiciens se souciant bien davantage de la topologie des trajectoires que de calculer numériquement celles-ci. Ce domaine voit un début de développement de l'analyse numérique à l'université Columbia, à New York, l'astronome Wallace J. Eckert dispose dans les années 1930 de machines comptables à cartes perforées, don du fondateur de la compagnie IBM, pour intégrer directement les équations de Newton gouvernant le mouvement de la Lune sans passer par les calculs de perturbations traditionnels. C'est évidemment ce que l'on fait maintenant – avec des ordinateurs autrement plus puissants – pour guider les véhicules « cosmiques », comme les appellent les Russes.

Comme on l'a noté plus haut, dans presque toutes les branches des sciences ou des techniques, les scientifiques et

---

l'aérodynamique est, avant la guerre, bien davantage une science expérimentale qu'une branche des mathématiques appliquées ; en particulier, on ne trouve quasiment pas de mathématiques dans les 700 pages du traité de Schlichting, écrit en 1942 à Göttingen et publié aux USA en plusieurs éditions successives jusqu'en 1970 au moins ; en France, à partir des années 1930 et jusqu'aux années 1960, les calculs d'ailes sont effectués par la méthode des « analogies rhéologiques » de Lucien Malavard et Joseph Pérès, laquelle remplace les « calculs » par des mesures de la distribution du courant électrique dans une cuve conductrice de forme convenable ; voir l'exposé de Malavard au Colloque sur l'Histoire de l'Informatique en France (Grenoble, 1988) édité par Philippe Chatelin ; la méthode a un grand succès auprès des militaires et industriels. A l'heure actuelle, en dépit de tous les superordinateurs et des énormes progrès des mathématiques appliquées, il faut encore des milliers d'heures d'essais en soufflerie pour choisir la forme d'un Airbus ou d'un B-2.

ingénieurs résolvaient eux-mêmes leurs problèmes en n'utilisant dans l'immense majorité des cas que des mathématiques connues depuis longtemps : calcul différentiel et intégral classique, théorèmes élémentaires sur les séries de Fourier, les équations différentielles et les fonctions analytiques, fonctions spéciales à propos desquelles on avait aligné des milliers de formules. Tout cela était souvent utilisé sous la forme apprise dix ou quarante plus tôt sur les bancs des universités ou écoles ; l'emploi en physique ou mécanique du « calcul vectoriel » intrinsèque, à bien plus forte raison de la version géométrique du calcul tensoriel exposée par Herman Weyl vingt cinq ans plus tôt ou des formes différentielles d'Elie Cartan, de préférence à des calculs en coordonnées, était encore quasi révolutionnaire dans ma jeunesse.

La grande exception était la physique de la relativité générale et de la mécanique quantique ; elle utilisait et parfois retrouvait des mathématiques « modernes » (géométrie riemannienne, matrices, espaces de Hilbert, groupes finis ou groupes de Lie particuliers, etc.) et contribuait à les faire avancer par des mathématiciens – et à les propager chez certains physiciens ; les calculs numériques, prépondérants en aérodynamique, en étaient à peu près totalement absents, certainement pour les mathématiciens concernés par le sujet comme Elie Cartan, Herman Weyl ou Johann von Neumann dans sa jeunesse en dépit de ses dons de calculateur ; déduire de l'équation de Schrödinger les raies spectrales expérimentalement connues de l'hélium, l'atome le plus simple après l'hydrogène, était à l'extrême limite des capacités de l'époque. Le sujet, au surplus, semblait totalement inoffensif et aurait facilement pu figurer sous la rubrique « honneur de l'esprit humain ».

Il y avait aussi le calcul des probabilités avec son langage, ses problèmes propres et ses spécialistes ; à l'époque de la guerre, c'était déjà dans une large mesure une branche des

mathématiques pures exploitant, grâce notamment à l'école soviétique de Kolmogoroff, des inventions modernes comme la théorie de la mesure, la transformation de Fourier, l'analyse fonctionnelle, etc. Il y avait en France un grand spécialiste, Paul Lévy, mais il enseignait à l'X où l'on ne produisait plus depuis longtemps de mathématiciens, et la clarté de ses articles n'était pas de nature à lui attirer beaucoup de disciples à l'époque.

Après la guerre et surtout depuis une vingtaine d'années, l'analyse numérique et l'informatique, rendant possible la résolution numérique d'équations jusqu'alors quasiment intraitables, ont pris de l'extension au point de menacer les mathématiques « pures » d'une quasi marginalisation, et ce d'autant plus que les problèmes « appliqués », fréquemment susceptibles d'innombrables variantes dont l'étude exige peu d'imagination, peuvent conduire à beaucoup d'emplois dans les universités, les centres de recherche, l'industrie, la finance, etc. Il faut donc maintenant vraiment choisir. Mais même dans un domaine possédant autant d'applications que les équations aux dérivées partielles, on peut continuer à se placer au point de vue traditionnel ; ce qui, avant la guerre, n'était guère qu'un chaos sans unité ni, bien souvent, sans rigueur, est devenu une magnifique théorie, remplie de résultats généraux difficiles à établir, où l'analyse numérique et les machines ne jouent aucun rôle, comme le montrent par exemple les livres de Lars Hörmander.

On ne va généralement plus, de nos jours, jusqu'à parler de l'« honneur de l'esprit humain », encore qu'André Weil et Jean Dieudonné l'aient revendiqué ; cette notion, philosophiquement assez obscure, est beaucoup trop romantique pour notre époque. On choisit les mathématiques, ou tout autre domaine, parce qu'on y réussit plus ou moins brillamment, que c'est ce que l'on sait le mieux faire, que l'on veut comprendre et résoudre des problèmes – comme Isidor Rabi l'a dit de sa première petite découverte en physique « *I*

rode the clouds for weeks » [*J'ai chevauché les nuages pendant des semaines*] – et que l'on a l'ambition ou l'espoir de parvenir à un certain niveau de notoriété dans la profession, voire même, pour les *happy few*, à l'immortalité. On choisit les mathématiques pures plutôt qu'appliquées parce qu'on a l'impression que ce sont, comme dit Hardy, les « vraies » mathématiques – un paradis intellectuel où toute l'activité consiste à inventer, à organiser et à échanger des idées dont la valeur est décidée par des critères purement internes – et non pas un ensemble de méthodes de calcul, si sophistiquées soient-elles, dont la valeur est fondée sur des critères externes d'efficacité opérationnelle ou sur les besoins de la physique.

Le mathématicien pur ne peut espérer ni pouvoir, ni richesse, ni célébrité publique et c'est évidemment un aspect de la profession qui contribue à en écarter ceux qui ont des ambitions mondaines, comme on disait autrefois. Mais il peut espérer jouir d'une liberté rarement disponible ailleurs ; on peut, comme Stephen Smale, découvrir son meilleur théorème sur la plage de Rio. C'est souvent, un attrait supplémentaire majeur de la profession et ce qui distingue les mathématiciens des expérimentaux, liés à, leurs laboratoires, et *a fortiori* des ingénieurs. Ceux-ci bénéficient, en outre d'une liberté d'expression généralement fort limitée, notamment dans la France du « devoir de réserve » imposé à ceux qui dans l'administration publique ou les grandes entreprises, occupent des postes de responsabilité et pourraient être tentés de s'opposer publiquement à la politique officielle ; fort, heureusement, les idées subversives naissent rarement dans des cerveaux d'ingénieurs.

En échange de ces avantages relatifs, le mathématicien paie généralement sa dette à l'égard de la société en diffusant des mathématiques moins avancées mais fort utilisables auprès de milliers d'étudiants et de lecteurs qui en feront ce qu'ils voudront ou pourront : passée l'innocence de la jeunesse, on

finit bien par apprendre que l'énorme développement mondial des mathématiques depuis 1915 n'est pas uniquement dû aux emplois créés de façon quasi mécanique par l'expansion des universités ; particulièrement dans la France du CNRS, on s'oriente même depuis quelques décennies vers des postes permanents de chercheurs dispensés de la corvée subalterne consistant à enseigner des mathématiques standard à des étudiants ordinaires. On se demande comment Weierstrass pouvait faire des mathématiques avec ses amphis de deux cents étudiants, ou comment, tant de très grands scientifiques américains peuvent, faire de la recherche en enseignant la physique ou la biologie à des centaines d'étudiants débutants. Mépris ?

Pour certains vrais ou faux idéalistes – il en reste et pas seulement en mathématiques –, la « pureté » se situe moins dans la science que dans les motivations des scientifiques. Les expérimentaux ont inventé une « éthique de la connaissance » qui justifie *a priori* le progrès scientifique dans tous les domaines ; à la société de s'en arranger [40], avec parfois l'aide de « comités d'éthique » comme on le voit en France depuis quelque temps en biologie (mais non en physique : il est bien connu que la physique ne pose pas de problèmes d'éthique). Le physicien Francis Perrin, caricaturant peut-être involontairement Jacobi, a par exemple déclaré dans l'éphémère revue *Sciences* de janvier 1971 que :

> « La plupart des scientifiques… disent que la science doit se développer quelles que soient ses conséquences, que ce soit

[40] A un physicien qui lui reprochait de construire son ordinateur pour calculer la future bombe H, von Neumann aurait répondu que son but réel était de « *révolutionner la société* ». La « révolution » informatique ne reposait, à l'époque ou de nos jours, sur aucun programme politique ou philosophique rationnellement conçu et discuté ; personne ne pouvait en prévoir les conséquences sociales, bonnes ou mauvaises. On pourrait, en dire autant de toutes les grandes innovations techniques du passé : machine à vapeur, chemins de fer, électricité, automobile, aviation, etc. Elles ne révolutionnent pas la société, elles la bouleversent et l'obligent à s'adapter.

> matériellement pour le bien ou pour le mal. C'est toujours pour le bien de l'esprit humain qui est la chose essentielle… Nous estimons que la recherche est le devoir essentiel vis-à-vis de l'esprit humain, que c'est la forme la plus élevée de l'activité spirituelle de l'humanité. »

Ce qui, de la part d'un scientifique, témoigne d'une touchante modestie. Venant d'un homme qui, au printemps de 1939, déposa au CNRS un brevet secret de bombe atomique (à l'uranium naturel il est vrai, mais c'est l'intention qui compte) et qui, professeur au Collège de France, fut Haut commissaire du CEA pendant qu'on y développait, toujours en secret, des armes qu'il prétendait désapprouver tout en aidant volontiers les ingénieurs à résoudre leurs problèmes de physique et tout en poussant à la propulsion nucléaire pour les sous-marins, c'est là une position difficile à tenir. On s'y expose à ce qu'un historien américain de la physique contemporaine a appelé :

> « La fausse conscience propre à l'homme de science, qui remplit si bien son rôle qu'elle trompe les autres tout en l'aveuglant lui-même. » [41]

Il est réconfortant de savoir qu'il se trouve toujours des jeunes gens brillants pour se lancer dans les mathématiques pures et, sans se compromettre au delà de l'irréductible minimum, pour en assumer les risques : ils sont loin d'être négligeables par ces temps de féroce compétition. Conseillons-leur quand même de ne pas se borner à ignorer, au sens français ou anglais, ce qui se passe à quinze mètres de leurs bureaux ni, comme tel bienheureux innocent, à, s'émerveiller d'être payés pendant toute leur vie pour faire ce qui les amuse le plus au monde.

---

[41] Paul Forman, "Behind quantum electronics: National security as basis for physical research in the United States. 1940-1960" (*Historical Studies in Physical Sciences*, 18, 1987). p. 228. On trouvera beaucoup d'autres articles sur des sujets voisins dans cette revue.

4. Des mathématiques inutiles aux sciences de l'armement

En fait, les partisans de Fourier ont souvent fait observer que les mathématiques pour « l'honneur de l'esprit humain » ont, qu'on le veuille ou non, d'innombrables applications scientifiques ou techniques immédiatement ou à terme, y compris les séries thêta et les travaux de mécanique analytique de Jacobi [42] ; la revue dans laquelle il publiait – la seule au monde à l'époque à ne publier que des mathématiques – s'appelait et s'appelle encore le *Journal für die reine und angewandte Mathematik,* mathématiques pures et appliquées, comme la revue française que Liouville fondera ensuite. Jacobi ne refusait pas par principe les applications des mathématiques à la physique, à la mécanique ou à l'astronomie – c'est essentiellement de cela qu'il s'agissait – lorsqu'elles conduisent à des problèmes mathématiques intéressants. Il disait que ni ces applications ni « l'utilité publique » des mathématiques n'en constituaient la justification. Au surplus, les applications de celles-ci ne posaient pas, à beaucoup près, les mêmes problèmes qu'aujourd'hui. On a dit que la première guerre mondiale avait été la guerre des chimistes et la seconde celle des physiciens ; la troisième risque d'être en bonne partie celle des informaticiens et des mathématiciens appliqués.

Les cyniques qui se moquent de Jacobi n'apprécient pas davantage la célèbre déclaration attribuée à G. H. Hardy :

---

[42] Voir l'article ce Helmut Pulte dans *The Mathematical Intelligencer,* Summer 1997.

> « Cet objet [les mathématiques pures] n'a aucune utilité pratique ; je veux dire qu'il ne peut servir à favoriser directement ni la destruction de vies humaines ni l'aggravation des actuelles inégalités dans la répartition des richesses. »

Hardy lui-même s'est exprimé de façon un peu différente et, notant que sa déclaration date de 1915, la considère comme « *une figure de style tout à fait intentionnelle, mais qui est peut-être excusable étant donné l'époque où elle fut rédigée* » [43]. On s'est naturellement, ici encore, empressé de ridiculiser Hardy, version John Desmond Bernal : il suffit d'effacer le mot « *directly* » de sa déclaration. Rhétorique ou pas, ce n'est pas par hasard que Hardy oublie de mentionner d'autres usages concevables, par exemple la physique mathématique. (Ce que Liebig a écrit à Faraday reste valable en 1914 à ceci près que la science pure ne domine plus totalement les activités des universitaires allemands et que, par contre, elle domine celles de quelques scientifiques britanniques, notamment en physique atomique expérimentale, secteur fort brillant avant et après la Grande Guerre mais ne coûtant quasiment rien.) En fait, les scientifiques eux-mêmes, lorsqu'ils réclamaient davantage de moyens, se sont toujours sentis obligés de souligner son importance dans la compétition économique ou militaire en invoquant fréquemment l'exemple allemand avant 1914 et la guerre après 1918 [44]. La déclaration suivante, un

---

43 Hardy cité sans référence p. 9 de J. D. Bernal, *The Social Function of Science* (Routledge, 1939 on MIT Press, 1967). Dans *A Mathematician's Apology* (Cambridge UP, 1940 et constamment réédité depuis), p. 120, Hardy s'exprime comme suit, sans fournir lui non plus la référence à sa déclaration de 1915 : *« Une science est dite utile lorsque ses applications tendent à aggraver les inégalités existantes dans la redistribution des richesses ou, plus directement, favorisent la destruction des vies humaines.* » Hardy ne considère pas l'inutilité d'une science comme une qualité à encourager ; il est au contraire tout à fait en faveur des applications susceptibles de contribuer « *directement à la promotion du bonheur des hommes ou au soulagement de leurs souffrances* » ; mais puisque la science « *travaille pour le mal comme pour le bien (particulièrement, bien sûr, en temps de guerre)* », il se réjouit de voir qu'il existe au moins un domaine – la théorie des nombres en l'occurrence – que son absence d'utilité a maintenu « *noble et sans tache* ».

44 Voir par exemple Peter Alter, *The Reluctant Patron,* D.S.L. Cardwell, *The Organisation of Science in England* (Heinemann, 1972) et, l'exposé passablement

sommet du genre, aurait très largement suffi à justifier Hardy bien avant 1915 :

> « Toute avancée scientifique est aujourd'hui mise au service de la guerre, et le sera toujours davantage à l'avenir. Nous ne parlons plus d'une force armée appuyée par une unité scientifique ; nous parlons d'une force armée intégralement scientifique. Dieu merci, la Navy s'engage déjà dans cette voie. En définitive, la science conduira désormais toutes les opérations, qu'elles soient pacifiques ou belliqueuses, et par conséquent ouvriers et soldats devront bénéficier d'un socle éducatif commun. Affirmer que l'État parfait fera des citoyens un double usage – un usage de paix et un usage de guerre – ce n'est plus anticiper outre mesure… La caserne, si elle existe encore, se confondra avec l'atelier ; toute portion de territoire, par exemple un champ de bataille, pourra devenir une école autonome de science appliquée où les officiers de l'armée feront d'excellents professeurs. »

L'auteur de ces prophéties non entièrement fantaisistes [45] n'est pas un chantre stipendié de l'impérialisme britannique. Astronome célèbre pour avoir découvert en 1868 les raies de l'hélium dans le spectre solaire, Sir Norman Lockyer (1836-1920) s'exprime en 1902 devant la *British Association for the Advancement of Science* (BAAS) qu'il préside ; il publie son discours en 1903 dans *Nature,* la grande revue qu'il a fondée en 1869 et dirige jusqu'en 1918. Ici encore, on peut accuser Lockyer de se livrer à une autre sorte de rhétorique : son but

cynique de D.E.H. Edgerton, "British Scientific Intellectuals and the Relations of Science, Technology and War" dans Paul Forman et José M. Sanchez-Ron, *National Military Establishments and the Advancement of Science and Technology* (Kluwer, 1996), par un auteur qui a une forte tendance à refuser la distinction entre science et technologie, pourtant classique : schématiquement, la science découvre des lois générales de la Nature alors que la technologie utilise à des fins pratiques la méthode d'expérimentation systématique et les lois inventées par les scientifiques.

[45] Principale erreur : toutes les nations avancées s'orientent maintenant vers des armées de métier précisément parce que le niveau technique et le coût unitaire des armements sont devenus trop élevés pour une année de conscription. Cela épargnera aux simples civils d'aller se faire tuer sur les champs de bataille, mais non de servir de cibles aux professionnels de l'autre bord.

est d'utiliser le modèle allemand pour convaincre les politiques de financer la recherche et de créer de nouvelles universités [46]. Il y a cependant tout lieu de penser que Lockyer croyait à ce qu'il écrivait. Dans les faits, la Grande Guerre sera pour les scientifiques anglais (et pas seulement pour les Anglais) l'occasion d'affirmer énergiquement et publiquement leur compétence bien avant que le gouvernement n'y ait recours ; ils en retireront quelques modestes bénéfices pour leur corporation en attendant la beaucoup plus fructueuse occasion suivante. Faite en 1940, la déclaration de Hardy aurait donc encore pu être à la fois une description férocement ironique de la réalité britannique et une énorme provocation à l'égard de ceux qui utilisaient les mathématiques et les sciences aux fins qu'il mentionne. L'importance des subventions à la recherche aéronautique ne contredit pas ce qui précède.

Le fait que certains cherchent à ridiculiser Hardy montre assez qu'ils sont bien conscients de la provocation. L'un de mes anciens condisciples à l'Ecole normale, Paul Germain, m'a fait observer un jour que le CEDOCAR [47] contient une section mathématique des plus honorables. L'ironie de ce collègue revenait à dire que même si vous ne voulez pas vous compromettre avec l'armement, l'armement vous exploitera si vos travaux sont utilisables. Il est de fait que tout travail

---

[46] Voir la citation p. 6 de l'article d'Edgerton, ainsi que Cardwell, p. 195 et Alter, pp. 91-97. On trouve d'autres discours à la BAAS dans George Basalla et autres, *Victorian Science.* (Anchor Books, 1970). « *Il y aurait une formidable stupeur dans les couloirs du ministère des finances si nous réclamions simplement que la grande métropole [Londres], avec ses quatre millions d'âmes, soit hissée à un niveau d'excellence académique comparable à celui de Strasbourg (104 000 habitants), et reçoive donc annuellement, à l'instar de cette ville, 43 000£ pour l'enseignement supérieur et 700 000£ pour les bâtiments universitaires* » (Léon Playfair, 1885 ; il n'y avait pas d'université à Londres à cette date). Playfair note aussi les « *gigantesques efforts* » de la France – 80 millions de francs, dont 13 millions pour le secteur scientifique – pour rattraper son retard (1 £ = 25 francs). Le Second Empire avait, agrandi les surfaces de 480 m^2…

[47] Enorme centre militaire de documentation technique à la disposition des ingénieurs et scientifiques français autorisés à le consulter.

scientifique publié est à la disposition de tous les utilisateurs potentiels, y compris du cartel de la drogue colombien s'il a des problèmes en agronomie, neurophysiologie, chimie organique et analytique, recherche opérationnelle, banques de données, cryptologie, traitement du signal, contrôle de tir, explosifs, etc. Ce n'est pas une raison suffisante pour l'aider à les résoudre ou le prier de subventionner des colloques internationaux sur le théorème de Fermat ou les récepteurs de la cocaïne. Au cours des guerres du XXe siècle, sans même utiliser les armes scientifiques maximum de la guerre froide et pour les raisons ou sous les prétextes les plus divers, la corporation politico-militaro-industrielle a tué directement ou non au bas mot une centaine de millions de personnes, en a estropié bien davantage et déplacé on ne sait combien de dizaines de millions ; les exploits des trafiquants d'héroïne relèvent de l'artisanat.

Germain, qui fut le premier mathématicien appliqué en France après 1945, a fait carrière dans la mécanique des fluides, les équations de Navier-Stokes et l'aérodynamique supersonique, ailes delta notamment dès 1950 ; technique favorite de Marcel Dassault [48] pour les avions de combat que

[48] C'est en proposant à l'armée de l'air un avion (à hélice) de « police coloniale », le MD 315 Flamant, que Marcel Dassault, déporté à Buchenwald pendant la guerre, acquiert en 1945-1947 le moyen de se relancer dans la production ; viennent ensuite le plan Marshall (l'Amérique l'aide en faisant cadeau à la France ou en envoyant à la ferraille ou en Israël les avions qu'elle lui achète sans en avoir besoin), l'OTAN, la « force de frappe » française et, surtout à partir de 1970, des exportations massives, principalement vers le Moyen-Orient. Voir Marie-Catherine Dubreil dans *La France face aux problèmes d'armement 1945-1950* (Centre d'études d'histoire de la défense, éd. Complexe, 1996) et Emmanuel Chadeau, *L'industrie aéronautique en France 1900-1950. De Blériot à Dassault* (éd. Fayard, 1987), dernier chapitre et p. 431. Selon Jean Doise et Maurice Vaïsse, *Politique étrangère de la France. Diplomatie et outil militaire, 1871-1991* (éd. Seuil, 1992), p. 522, le plan quinquennal (1951-1955) d'équipement militaire, qui prévoyait la fabrication de 1 050 chasseurs Ouragan (à réaction et ailes delta) principalement pour l'OTAN, fut mis au point par le chef d'état-major et le colonel Gallois. Représentant la France au groupe des plans nucléaires de l'OTAN, Gallois joua dans les années 1950 un rôle très important pour convertir les dirigeants français à l'arme atomique et élaborer la providentielle stratégie gaulliste de la « dissuasion du

son entreprise est seule en France à produire, elle n'a, en un demi-siècle, jamais eu d'application civile sauf peut-être au Concorde, la plus grande catastrophe économique de l'histoire mondiale de l'aéronautique, et à ses semblables américain et soviétique plus ou moins mort-nés. M. Germain a, en 1962-1967, dirigé l'ONERA, l'organisme militaire de recherche aéronautique créé en 1946, et y dirigeait déjà un groupe de chercheurs en 1950 ; professeur à Poitiers où il organise un important centre de mécanique des fluides, puis à la Faculté des sciences de Paris (1959) et à Polytechnique (1977), il est secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences depuis 1975.

Celle-ci décerne depuis 1954 un prix Lamb destiné à récompenser les auteurs de travaux d'intérêt militaire [49] ; l'association *Science et Défense* mentionnée dans ma préface décerne un prix analogue. Au premier congrès de celle-ci, tenu à l'Ecole polytechnique le 27 avril 1983 devant treize

---

faible au fort ». En 1958, alors que Dassault commençait à préparer les Mirage IV destinés à la mettre en œuvre, Gallois entre chez le fournisseur pour un quart de siècle comme directeur commercial ; cette position de juge et partie ne l'empêchera pas de continuer à propager abondamment ses idées sans presque jamais mentionner ses liens avec Dassault.

Tout cela mériterait davantage de clarté que l'hagio-biographie de Claude Carlier, *Marcel Dassault. La légende d'un siècle* (éd. Perrin, 1992) est loin de fournir : il faudra attendre l'ouverture des archives de l'entreprise…

Quant à la nécessité d'une « police coloniale » en 1915, elle est, claire. Au début de mai 1945, la répression d'une révolte en Syrie fait, un millier de morts ; quelques jours plus tard, au lendemain même de la victoire de la « liberté » en Europe, la répression d'une révolte dans la région de Constantine fait, selon les sources françaises, entre cinq et vingt mille morts. On voit ensuite à la fin de 1910 le bombardement de Haïphong par la flotte française (cinq mille morts ?) puis la répression à Madagascar eu 1947 avec à nouveau quelques dizaines de milliers de morts, et ainsi de suite jusqu'en 1962, après quoi viendra le maintien de l'ordre dans l'Afrique francophone décolonisée.

[49] Il est décerné par une commission composée d'académiciens habilités au secret militaire ; l'Académie dans son ensemble se borne à entériner le choix de la commission. L'Académie décerne aussi depuis 1993 un prix Lazare Carnot, financé par le ministère des Armées. Son premier titulaire, Pierre Raviart, professeur à Paris VI et à Polytechnique et mathématicien de l'école Lions, l'a obtenu pour ses travaux de mécanique des fluides.

cents invités, c'est naturellement M. Germain qui fut chargé par le Président et les membres de l'Académie de « *transmettre leurs félicitations à ceux qui ont pris l'initiative d'organiser cette manifestation* ». Il nous dit que « *tout le monde s'accorde*[50] *à reconnaître la nécessité de développer des liens entre la Recherche et la Défense* », que rechercher des contrats militaires doit être encouragé mais qu'il faut aller plus loin, qu'il convient de favoriser et de réaliser, sur des thèmes privilégiés tout au moins, une symbiose des recherches civiles et militaires. Et la méthode indiscutablement la meilleure pour assurer le transfert des connaissances et des savoir-faire est de rendre possible la « mobilité des personnels » et, bien sûr, au premier chef, la mobilité des enseignants et des chercheurs dépendant des secteurs civils et militaires. Hardy aurait apprécié.

---

[50] Dans les deux pages qu'il consacre à célébrer l'événement, *Le Monde* du 27 avril 1983 révèle à ceux qui l'ignoraient que « *dans une discipline comme la physique des particules,* [on trouve] *autant de chercheurs réfractaires que de chercheurs favorables à une coopération avec les militaires. Il arrive même parfois que la DRET éprouve des difficultés à trouver des équipes dans certains domaines.* » Le manque d'enthousiasme ou l'hostilité de la plupart des physiciens à l'égard de la bombe H française de 1968 est noté par Alain Peyrefitte dans *Le mal français* (éd. Plon, 1976), p. 83, et par Jacques Chevallier, directeur des applications militaires au CEA, au colloque sur *L'aventure de la bombe* (éd. Plon, 1985), p. 101. Dominique Mongin fait la même constatation à propos de la bombe A sous la IVe République.
En sens inverse, il faut noter qu'à côté des grandes réunions générales "Science et Défense" à Paris, de nombreuses réunions moins importantes sont organisées en province pendant toute l'année ; le directeur adjoint de la DRET note en octobre 1987, dans la revue *La Recherche,* qu'elles ont déjà été suivies par 8 000 personnes dont environ 30 % d'universitaires et que la réserve à l'égard de la DRET a largement disparu dans les milieux scientifiques. Ceci n'aurait rien d'étonnant puisque, depuis 1981, la France a, sauf pendant quelques années, été gouvernée par des socialistes qui se sont empressés de faire la même politique militaire (parfois en pire, notamment en ce qui concerne les exportations) que leurs adversaires de droite ; privée de tout support politique organisé, l'opposition à celle-ci se réduit alors nécessairement à des cas individuels que le "consensus" et la propagande médiatique n'impressionnent pas…

5. Éloge de l'aéronautique

Beaucoup de gens se demandent comment il est humainement possible que les Nazis aient massacré des millions de Juifs (et de non Juifs) lors de la dernière guerre ; l'un des principaux historiens du sujet nous fournit une explication fort vraisemblable [51] :

> « La Première Guerre mondiale témoigne clairement de la brutalisation massive du XXe siècle ; dans l'histoire de l'humanité, cela constitue un virage majeur. C'est la première fois que se produisaient des massacres de masse d'une telle ampleur entre nations civilisées. Le meurtre, la mutilation et le gazage de millions de soldats des deux camps ont brisé plus d'un tabou et émoussé de façon décisive le sens moral des hommes. On ne peut expliquer Auschwitz sans le rapporter à la Première Guerre mondiale. »

Il y a toutefois un autre point important que le texte de Bauer ne mentionne pas, à savoir l'intervention d'une nouvelle arme, l'aviation qui, tout en relevant à l'époque principalement de la technique, voire de l'artisanat, recevra du début de son existence à nos jours l'aide d'une communauté scientifique internationale de plus en plus importante – mécanique des fluides et aérodynamique notamment –, en attendant les experts en analyse numérique, informatique et électronique. Arrêtons-nous un moment devant cette belle technique.

---

51 Yehuda Bauer, *A History of the Holocaust* (Franklin Watts, 1982, pp. 58-59). Cité dans Eric Markusen and David Kopf, *The Holocaust and Strategic Bombing. Genocide and Total War in the Twentieth Century* (Westview Press. 1995), p. 30.

Cette autre *major new departure* est prévue dès 1908 par Herbert Georges Wells et autres romanciers pour lesquels ce n'est encore que de la science-fiction appuyée sur une vision pessimiste mais réaliste de la « civilisation » de l'époque. Elle l'est aussi par Clément Ader qui, lui, fait activement campagne pour la promouvoir concrètement ; avec son « avion » explicitement militaire des années 1890 – il pense déjà au maintien de l'ordre en Algérie –, il avait été le premier ingénieur de l'aéronautique à faire financer par les militaires (500 000 francs-or) un mirifique projet ultra secret, n'ayant de ce fait aucune influence sur les développements ultérieurs et n'aboutissant à rien, mais possédant une inestimable valeur patriotique [52]. La vérité que rétablit M. Carlier, historien généralement dithyrambique de l'aéronautique française, est qu'un jardinier du parc de l'hôtel des Rothschild a témoigné avoir vu un jour l'objet effectuer un vol de quelques dizaines de mètres à une altitude de quelques décimètres. Un ingénieur français, M. Lissarague, a récemment effectué des essais en soufflerie d'une maquette de l'avion n°3 d'Ader et en a conclu qu'il lui manquait peu de chose pour pouvoir voler ; mais il faut noter que les militaires désiraient un appareil capable d'emmener deux hommes à cinquante kilomètres, ce qui était légèrement utopique à l'époque.

Ce sont les frères Wright – modestes mais astucieux et obstinés marchands et fabricants de bicyclettes américains utilisant leurs propres deniers et ayant lu tous les travaux scientifiques antérieurs – qui, à la Belle Epoque, en utilisant des solutions totalement différentes de celles d'Ader, ont fait démarrer la technique ; ils proposèrent leurs machines aux gouvernements américain et européens pour leurs armées, bien sûr. Il ne faut quand même pas oublier les Français bien connus comme Ferber, un X qui se tue dans un accident comme beaucoup d'autres pionniers, Farman, Blériot, etc. Ader avait compris la nécessité de munir le « gadget » d'ailes

[52] Claude Carlier, *L'affaire Clément Ader, la vérité rétablie*, éd. Perrin, 1990.

(de chauve souris), d'un moteur à vapeur très avancé, ce que quelques autres feront aussi, et d'hélices (surréalistes) ; mais on savait tout cela depuis longtemps, notamment grâce aux études théoriques et aux modèles réduits du mathématicien George Cayley ; d'autres (Hiram Maxim et Langley par exemple) ont eu des idées analogues – et pas plus de succès – à la même époque qu'Ader ; voir les livres de Chadeau. Ader publie en 1911 *L'aviation militaire* (réédité par le Service historique de l'armée de l'air, 1990) où apparaissent déjà les idées de base du bombardement stratégique. En raison des capacités de 1914, les bombardements aériens de civils sont, au début, principalement le fait des Zeppelins dont Prandtl et von Karman avaient étudié l'aérodynamique à Göttingen et dont les aviateurs français et anglais tentent, dès le début, de détruire les usines et hangars. Les problèmes éthiques que soulèvent d'éventuels bombardements contre des cités inspirent, en novembre 1914, le Grand Amiral von Tirpitz :

> « Les Anglais ont maintenant la terreur des Zeppelins, peut-être non sans raison… Je suis partisan de la "guerre au couteau", mais je ne suis pas en faveur des "atrocités"… Les bombes isolées lancées par des machines volantes sont erronées ; elles sont odieuses quand elles frappent et tuent des vieilles femmes, et l'on s'y habitue. Mais si l'on pouvait provoquer à Londres trente incendies, ce qui est odieux à petite échelle, ferait place à quelque chose de magnifique et de puissant. » (Murray, p. 21)

En dépit des fortes réticences initiales de Guillaume II, petit-fils de la reine Victoria, les bombardements sont concentrés principalement sur Londres à partir de 1915 et « justifiés » par les effets du blocus sur la population allemande. Ils créent quelques paniques mais renforcent plutôt le moral de la population, sont d'une efficacité militaire nulle – il est difficile de détruire l'industrie britannique en déversant au total 200 tonnes de bombes tombant à côté des objectifs – et, enfin, sont d'un coût prohibitif en matériel et

en hommes. A partir de 1917, des avions moins vulnérables, les Gothas, remplacent les Zeppelins et lâchent au total 74 tonnes de bombes. Tout cela fit peu de victimes – environ quinze cents en Grande-Bretagne, beaucoup moins ailleurs – relativement aux quelque dix millions de morts de la Grande Guerre ou aux hécatombes aériennes de la suivante.

Néanmoins, ces opérations incitèrent des « penseurs » militaires et politiques, et particulièrement des Britanniques dès 1917, à élaborer pour l'avenir la théorie du bombardement stratégique ou de l'*Air power,* ainsi nommée par analogie à la plus traditionnelle *Sea power.* La *Royal Air Force* (RAF) indépendante sort de là en vue de lancer une campagne intensive de bombardements sur l'Allemagne en 1918-1919. Au cours des années qui suivent la guerre, le général italien Douhet (qui n'a pas appris à piloter mais déverse à jet continu sa propagande hystérique en faveur de la « *guerre aérochimique* »), l'historien militaire anglais Liddell Hart, le major anglais J.F.C. Fuller, le très entreprenant colonel américain Mitchell qui, peut-être inspiré par le grand tremblement de terre de Tokyo et les incendies qu'il provoqua en 1923, parle avec un tact exquis des « *maisons de bois et de papier japonaises* » [53], Hugh Trenchard, le chef de la RAF, et bien d'autres élaborent la stratégie de la guerre totale aérienne qui, pendant la guerre suivante, triomphera en Grande-Bretagne et aux USA, mais non en Allemagne ou en URSS.

---

[53] Trois semaines avant Pearl Harbor, le général Marshall, chef de l'armée de terre et de son aviation, déclarera à son tour qu'en cas d'attaque japonaise « *les Forteresses Volantes seront immédiatement envoyées pour mettre en flammes les villes de papier japonaises* » ; deux jours après Pearl Harbor, un général dira que « *la meilleure façon de compenser cette défaite initiale est peut-être de brûler Tokyo et Osaka* » ; Sherry, p. 109 et 116, qui observe ailleurs que l'attaque contre Pearl Harbor visait et frappa des objectifs strictement militaires. A propos du bombardement de Tokyo, M. Chadeau, *Le rêve et la puissance,* se borne à dire (p. 280) que « *la plupart des maisons, faites de bois et de papier, s'enflamment comme des torches* » sans référence à Mitchell ; son lecteur peut donc croire qu'il s'agit d'une simple remarque en passant de l'auteur. Voir aussi Franklin, *War Stars,* chap. 5, notamment p. 98 : « *These towns, built largely of wood and paper, form the greatest aerial targets the world has ever seen* » (Mitchell, 1932).

Dès cette période apparaissent les idées essentielles : disloquer les industries clés de l'ennemi et en particulier l'armement, les transports et les centres de communications, et provoquer dans la population ennemie des réactions suffisamment fortes pour qu'elle impose la paix à son gouvernement ; les crétins qui les élaborent ont pourtant vu l'inverse se produire à Londres, il est évident que cette stratégie exigerait des moyens matériels sans aucun rapport avec ceux de l'époque et il se pourrait que l'adversaire dispose de défenses rendant le coût de l'opération prohibitif, voire même qu'il adopte la même stratégie avec des moyens plus puissants : détails secondaires. Trenchard précise qu'il faudrait « *frapper la partie la plus sensible de la population allemande – à savoir, la classe ouvrière* » (Murray, p. 25).

Quant à ce que signifierait concrètement une utilisation des bombardements stratégiques, elle est assez claire même avec les moyens encore fort limités de l'époque. Le 29 avril 1925, dans un discours à la *Cambridge University Aeronautical Society*, le même Trenchard, dont les disciples directs, notamment Arthur Harris, *The Butcher,* dirigeront les opérations au-dessus de l'Allemagne lors de la guerre suivante, se livre à une extraordinaire déclaration :

> « Je ne veux pas que vous pensiez que je considère l'aviation militaire comme une pure bénédiction. Elle constitue probablement plus une bénédiction pour cet empire que pour tout autre nation au monde, mais j'ai le sentiment que tout le bien qu'elle pourra nous apporter en termes de vies civiles épargnées ne compensera jamais les dommages qu'elle est susceptible d'occasionner en temps de guerre, et si j'avais mon mot à dire, je dirais qu'il faut abolir l'aviation militaire. C'est à mon avis une arme de guerre infiniment plus nocive qu'aucune autre. » [54]

[54] Cité par Philip Noel-Baker, *The Private Manufacture of Armaments* (1936, reprint Dover, 1972), p. 22. Il se trouvera en 1943 un sénateur américain pour déclarer que l'aviation est l'invention la plus catastrophique qui se soit abattue sur le genre humain.

Pour Douhet, l'aviation rend caduque la traditionnelle distinction entre militaires et civils et transforme les agglomérations urbaines en objectifs légitimes :

> « L'humanité et la civilisation peuvent détourner les yeux, mais c'est ce qui arrivera inévitablement. Et du reste la distinction entre combattants et non-combattants est démodée. Aujourd'hui, ce ne sont pas des armées mais des nations tout entières qui font la guerre ; et tous les citoyens sont des belligérants et sont tous exposés aux dangers de la guerre. »

En 1925, époque où la crainte d'une guerre entre la France et la Grande-Bretagne (!) est temporairement prise au sérieux, Liddell Hart, dans un livre curieusement intitulé *Paris, or the Future of War,* se livre à une intéressante comparaison :

> « Imaginez un instant que Londres, Manchester, Birmingham et une demi-douzaine d'autres grands centres soient simultanément attaqués, les districts commerçants et Fleet Street démolis, Whitehall transformé en amas de ruines, les quartiers pauvres affolés au point d'échapper à tout contrôle et de se lancer dans le pillage, les voies ferrées coupées, les usines détruites. La volonté générale de résister ne disparaîtrait-elle pas, et à quoi servirait la fraction de la population encore déterminée sans organisation ni direction centralisée ? » [55]

La même année Winston Churchill a une prémonition :

> « Ne pourrait-on trouver une bombe pas plus grosse qu'une orange et possédant le secret pouvoir de détruire tout un bloc d'immeubles – mieux, de faire sauter une ville d'un seul coup d'un seul en concentrant en elle la force de mille tonnes de cordite [56] ? Des explosifs, ne seraient-ce que ceux des types actuels, ne pourraient-ils être guidés automatiquement, grâce à la radio ou à d'autres rayons, en une procession ininterrompue

[55] Cité in Hastings, p. 47.

[56] La poudre utilisée par l'artillerie navale.

de machines volantes, vers une cité hostile, un arsenal, un camp ou un entrepôt ? » [57]

Pas totalement naïf, le même reconnaîtra toutefois en 1934 :

« Londres est une formidable vache grasse [*a tremendous fat cow*], une précieuse vache grasse vouée à attirer les bêtes de proie. » [58]

Ce n'est pas, à beaucoup près, le seul génie de la stratégie et de la politique qui aura préconisé des méthodes dont il savait pertinemment qu'elles lui retomberaient sur la tête.

Ces idées, en Grande-Bretagne, sont renforcées par l'expérience de la Grande Guerre : on veut absolument éviter de recommencer la guerre de tranchées avec ses horreurs et son gaspillage insensé de vies humaines et de matériel ; l'aviation stratégique, en raccourcissant la guerre, remplira ainsi une mission quasi philanthropique, même si les civils ennemis doivent en payer le prix.

Indépendamment des querelles inter-armes (aux USA, l'insolent Mitchell passe en conseil de guerre et est chassé de l'armée), l'État-Major anglais n'est toutefois pas toujours d'accord parce que la position géographique du pays le rend très vulnérable à cette stratégie. Celle-ci soulève au surplus des problèmes éthiques préoccupant le gouvernement de Sa Majesté et tout particulièrement les marins, un amiral remarquant, avec une louable prescience, que :

« Le recours à des atrocités, expressément répudiées dans le cas de la guerre sur mer, semble être un principe fondamental de la guerre aérienne. »

Trenchard répond que, éthique ou pas :

---

[57] Cité par A. J. Pierre, *Nuclear Politics : The British Experience with an Independent Strategic Nuclear Force, 1939-1970*, Londres, 1972, p. 11.
[58] Cité in Sallagar, p. 13.

> « Dans un combat pour la vie toutes les armes disponibles ont toujours été utilisées et le seront toujours. Tous les participants à la dernière guerre ont commencé à le faire, et ce qui a été fait le sera à nouveau. » [59]

Il y a aussi bien sûr, dans la Grande-Bretagne d'avant 1939, des civils qui ne sont pas d'accord. Le *Times*, en 1933, estime que bombarder la capitale de l'ennemi constituerait « *une banqueroute de l'art de gouverner* ». Bernard Shaw, de son côté, notant que les grandes villes dépendent

> « d'organes mécaniques centralisés comme de grands cœurs et artères d'acier qui pourraient être écrasés en une demi-heure par un *boy* dans un bombardier. »

Il y a encore, le 10 novembre 1932, le célèbre discours du Premier Ministre Stanley Baldwin à la Chambre des Communes, discours qu'il serait difficile de ne pas citer en raison de son ton extraordinairement prophétique (substituez *missile* à *bombardier*) :

> « Je pense qu'il est bon pour l'homme de la rue de comprendre qu'il n'existe sur la terre aucune moyen de lui éviter d'être bombardé. Quoi qu'on puisse lui dire, le bombardier passera toujours. La seule défense est l'offense, ce qui signifie que vous devez tuer plus de femmes et d'enfants plus rapidement que l'ennemi si vous voulez vous sauver vous-même. Je ne mentionne cela… que pour que les gens comprennent ce qui les attend lorsqu'arrivera la prochaine guerre.
>
> On ne peut s'empêcher de réfléchir au fait qu'après les centaines de millions d'années pendant lesquelles la race humaine a habité cette terre, c'est seulement au cours de notre génération que nous avons conquis la maîtrise de l'air. Je ne sais assurément pas ce que ressent la jeunesse du monde, mais les hommes plus âgés ne se réjouissent pas à l'idée qu'ayant conquis la maîtrise de l'air, nous allons souiller la terre depuis

---

[59] Cité in Sallagar, p. 13.

les airs comme nous avons souillé le sol durant toutes les années au cours desquelles l'humanité l'a occupé. C'est beaucoup plus une question pour les hommes jeunes que pour nous. Ce sont eux qui volent. » [60]

Les aviateurs répondent :

« A l'âge des tueries industrialisées il est ridicule de tracer une ligne artificielle quelque part entre une fabrique de tanks et le front. »

Un propagandiste de l'*Air Power* expliquant (Hastings, p. 48-49) que, pour éviter les pertes humaines, il suffirait d'attaquer pendant la nuit :

« les établissements qui ne sont occupés que pendant la journée, comme le sont beaucoup de grandes usines. » (sauf en temps de guerre)

En 1928 un Vice-Marshal de la RAF avait déjà expliqué que tous les objectifs assignés à ses bombardiers sont militairement importants :

« Autrement les pilotes, s'ils étaient capturés, seraient exposés à être traités en criminels de guerre. » (Hastings, p. 53),

Hypothèse fort heureusement trop pessimiste comme l'avenir le montrera, sauf au Japon après mars 1945 au grand scandale des Américains.

Cette stratégie, qui convient parfaitement aux aviateurs et aux industriels de l'aviation, provoque évidemment partout beaucoup de discussions entre militaires jusqu'à la guerre suivante, notamment parce que ni les fantassins ni les marins ne veulent se laisser ravir leur part du budget en temps de paix et, la gloire de la victoire en cas de guerre. Conscients de la vulnérabilité de Paris, les Français la refusent, les Allemands et surtout les Soviétiques donnant, de leur côté, la priorité au rôle de l'aviation dans les batailles terrestres.

[60] Cité in Hastings, p. 50.

Comme on le sait, la théorie fut appliquée à grande échelle par les Anglais et les Américains, tout d'abord par les premiers sous la forme de « bombardements de précision » contre des objectifs militaires, usines et voies ferrées notamment ; mais en août 1941, un examen systématique des photographies révèle que le tiers seulement des appareils ayant « attaqué » leurs cibles et donc lâché leurs bombes sont parvenus à moins de cinq miles de celles-ci (et, 10 % seulement au-dessus de la Ruhr), sans parler de ceux qui se perdent en route. Le remède choisi consiste alors à bombarder globalement les cités puisque, dans ce cas, les bombardements :

> « auraient au moins pour résultat de tuer, détruire, effrayer ou perturber les Allemands en Allemagne, et la totalité des efforts déployés serait efficace, pas seulement 1 %. » [61]

Loin d'être négligeables, les bombardements allemands, effectués par des bimoteurs et ne durant guère plus de six mois, firent 50 000 morts, mais les bombardements alliés en Allemagne et au Japon en firent vingt fois plus, avec des dizaines de villes rasées. Et même ailleurs : tout le centre du Havre, ma ville natale encerclée en septembre 1944 par les troupes alliées, fut nivelé et incendié en deux heures par quelque 350 quadrimoteurs britanniques pour des raisons qui restent inconnues et incompréhensibles ; 3 000 morts au moins ; les Allemands et leurs défenses étaient à des kilomètres de là et furent ensuite l'objet, dans la même semaine, d'une demi-douzaine de raids aussi puissants. Lorsqu'avec ma future femme je suis allé en reconnaissance au Havre pour y retrouver la maison de ses parents (qu'ils avaient dû évacuer deux ans auparavant car trop proche du port et de la plage), nous avons été dans l'impossibilité de découvrir le moindre objet familier qui aurait pu nous la faire repérer. Après avoir brûlé pendant plusieurs jours, le centre du Havre n'était plus qu'un champ de gravats à peu près

[61] Cité in Sallagar, pp. 99-101.

horizontal, ne dépassant guère la hauteur d'un homme et dans lequel l'armée canadienne avait grossièrement déblayé quelques passages. Selon Patrick Façon, le centre du Havre reçut 1 800 tonnes d'explosifs et 30 000 bombes incendiaires.

Le premier grand raid de nuit sur Tokyo, le 9 mars 1945, détruit 40 km^2 de quartiers d'habitation et tua 80 000 personnes « *scorched and boiled and baked to death* » comme le dira en 1956 le général LeMay [62] qui commandait les B-29 ; dans les avions secoués comme des feuilles mortes par les colonnes d'air surchauffé qui montent des brasiers, l'odeur de chair humaine grillée donne des nausées aux équipages, nous dit Sherry.

On croit souvent que c'est la bombe atomique qui a forcé les Japonais à capituler. La question est fort controversée. En fait, le Japon d'août 1945 était totalement vaincu. Hiroshima et Nagasaki n'ont pas, sur le moment, davantage impressionné les militaires – ils n'y comprenaient rien – que, par exemple, le grand bombardement de Tokyo. Le gouvernement tentait depuis trois mois d'entrer en contact avec les Américains par l'intermédiaire des Soviétiques, peu coopératifs puisqu'ils étaient censés entrer dans la guerre trois mois après la victoire en Europe et espéraient bien s'emparer de la Mandchourie. La

---

62 John Dower, *War Without Mercy. Race and Power in the Pacific War* (Random House, 1986), p. 41. LeMay s'est exprimé dans les mêmes termes dans une interview plus récente par un historien, ajoutant que si l'Amérique avait perdu la guerre c'est lui qui se serait trouvé au banc des accusés à la place des criminels de guerre japonais ; on trouve beaucoup de citations de LeMay dans Rhodes, *Dark Sun,* qui, p. 347, estime à 2,5 millions les civils japonais tués par les bombardements mais, pour une fois, sans référence précise à sa source ; les autres sources citent des chiffres inférieurs à 900 000. Pour comprendre concrètement ce qu'étaient les bombardements aériens, lire par exemple Hastings, exposé systématique sur les opérations britanniques, Martin Middlebrook, *The Battle of Hamburg. The Firestorm Raid* (Penguin Books, 1984) et autres titres analogues du même auteur, Sherry, Schaffer et Werrell. La théorie et son histoire peuvent se trouver en français dans Patrick Façon, *Le bombardement stratégique,* par un chercheur du Service historique de l'armée de l'air qui connaît la littérature mais omet les descriptions réalistes et nombre de citations fort révélatrices que mentionnent les historiens anglais ou américains ; il omet notamment, comme Chadeau, la terrible déclaration de LeMay.

principale condition posée par les Japonais était le maintien de l'Empereur ; les Américains le refusèrent pour l'accorder après la capitulation. Beaucoup d'experts pensent que le blocus naval du Japon, total à partir du printemps 1945 et privant le pays des matières premières et produits alimentaires indispensables, a davantage contribué à la capitulation que les bombardements. Enfin, l'invasion soviétique de la Mandchourie au lendemain d'Hiroshima et la défaite immédiate de l'armée japonaise attaquée firent autant d'effet que la bombe sur le gouvernement japonais.

D'un autre côté, les militaires japonais, y compris au niveau maximum, parlaient encore après Nagasaki d'un dernier combat contre l'invasion américaine prévue et auraient pu bloquer la capitulation : il aurait suffi à leurs représentants au Cabinet d'en démissionner. L'intervention de l'Empereur fut apparemment décisive et les Américains eux-mêmes furent fort surpris de la rapidité de la décision.

On croit souvent aussi que la bombe atomique a « sauvé un million de vies américaines » en rendant inutile l'invasion prévue. La guerre du Pacifique a fait 100 000 morts dans l'armée américaine et 900 000 dans l'armée japonaise ; entre mars 1944 et avril 1945, le rapport des pertes est de 22/1 d'après le général Mac Arthur. Lors de la dernière grande bataille, la prise d'Okinawa, les Américains perdent en quatre-vingts jours 12 500 hommes et des navires attaqués par les avions-suicide, pertes considérées comme effroyables par le président Truman (on a souvent fait mieux en un seul jour pendant la Grande Guerre ou, pendant la seconde, sur le front de l'Est) ; mais les Japonais perdent de 90 000 à 120 000 militaires et largement autant de civils. Une invasion qui aurait coûté un million de vies américaines suppose donc que les Japonais auraient accepté de perdre (et les Américains de tuer) dix à quinze millions de personnes, plus les blessés ; peu vraisemblable malgré les rodomontades de quelques militaires dérangés.

Truman lui-même a parlé d'abord de dizaines de milliers, puis de 200 000 morts et pour finir, dans ses notes pour ses mémoires, de 500 000 *casualties* – morts, blessés et disparus –, estimation « rectifiée » en autant de morts par ceux qui les ont effectivement rédigés. Le chiffre d'un million de vies américaines sauvées est cité en août 1945 par Churchill, à l'automne devant le Congrès par le chef du projet atomique, et en 1947 par le Secrétaire d'État Henry Stimson.

En fait, on sait maintenant que les plans américains pour l'invasion de Kyushu (novembre 1945) et si nécessaire de la plaine de Tokyo (printemps 1946) ne prévoyaient guère plus de quelques dizaines de milliers de morts dans chaque cas au cours des premiers mois d'opérations ; le général MacArthur ne prévoyait pas, au printemps de 1945, des pertes sensiblement supérieures à celles des opérations précédentes [63].

Après Hiroshima et Nagasaki, le général Arnold enverra encore 828 B-29 et 186 chasseurs d'accompagnement bombarder Tokyo le 14 août sans la moindre perte américaine, mis à part sans doute des amerrissages forcés d'avions ralentis

---

[63] Cette question a provoqué une énorme polémique aux États-Unis lorsque le Musée de l'air et de l'espace de la *Smithsonian Institution*, désirant monter une grande exposition pour le cinquantième anniversaire d'Hiroshima, fit appel à des historiens qui, à coups de citations et d'extraits d'archives, démolirent la vision traditionnelle du sujet et particulièrement le mythe du million de vies sauvées. Les associations d'anciens combattants exercèrent sur le Sénat une pression telle que le directeur de la *Smithsonian Institution* dût démissionner et que les citations, notamment celles de dangereux subversifs comme MacArthur et Eisenhower, durent disparaître. Le directeur démissionné a relaté l'affaire dans un livre extraordinaire, Martin Harwitt, *An Exhibit Denied. Lobbying the History of the Enola Gay* (Springer, New York, 1996), formidable plongée dans l'Amérique profonde. L'Enola Gay est l'avion qui lâcha la bombe et le titre fait allusion au fait que l'histoire du sujet a fait l'objet d'une campagne de *lobbying* auprès du Congrès ayant pour but de maintenir la version "politiquement correcte" traditionnelle. Pour une mise au point récente par un top expert, voir l'article de Barton J. Bernstein dans le numéro du printemps 1995 de *Diplomatic History* (vol. 19, n°2) et, pour une défense du point de vue traditionnel, D. M. Giangreco, "Casualty Projections for the U.S. Invasions of Japan, 1945-1946 : Planning and Policy Implications" (*The Journal of Military History,* 61, July 1997, pp. 521-82).

par le *jet stream* – ce sont les B-29 qui le découvrent – et manquant de carburant. Au total, une soixantaine de villes japonaises seront plus ou moins dévastées.

Seules, les deux puissances anglo-saxonnes engouffrèrent des sommes astronomiques dans ce type d'opérations [64], les seules susceptibles de frapper directement les territoires nationaux de l'ennemi pendant longtemps. La stratégie, dans le cas de l'Allemagne, se révéla très largement fausse sauf peut-être au cours des derniers mois de la guerre ; elle immobilise certes des ressources – hommes, chasseurs, canons, etc. – qui auraient pu être affectés au front de l'Est par exemple, mais la production d'armements en général est largement quadruplée entre 1939 et 1944, elle est même multipliée par quatorze pour les moteurs d'avion.

Au lieu de détruire le moral des citadins sinistrés comme prévu par d'éminents psychologues, les bombardements les solidarisent et sèment la haine des Anglo-Saxons [65]. Fausse ou non et avant même d'être appliquée, *a fortiori* après l'avoir été, cette stratégie contribua elle aussi puissamment à « violer les tabous et à émousser de façon décisive les sensibilités ». Elle justifiera après 1945, aux États-Unis d'abord, les stratégies

---

[64] Le principal bénéficiaire en fut naturellement l'industrie aéronautique américaine. La production passe de 1 710 appareils en 1937 à 96 000 en 1944, absorbant environ 10 % du PNB américain ; l'emploi culmine à 1 350 000 personnes en 1943 ; la valeur des installations passe de 110 millions en 1939 à quatre milliards en 1944, financés à 90 % par le gouvernement, et le chiffre d'affaires de 150 millions à huit milliards, ou seize en comptant les sous-traitants. L'Amérique produit près de 40 000 quadrimoteurs, expérience qui, après la guerre, lui assure une suprématie totale dans le domaine des transports civils. Voir Herman O. Stekler, *The Structure and Performance of the Aerospace Industry* (University of California Press, 1965). La production militaire s'effondre en 1945 et les avions civils qui, eux, ne disparaissent pas après une trentaine de missions, ne suffisent pas à faire vivre les entreprises ; l'industrie est sauvée en 1947 par les programmes militaires et la course aux armements qui bat son plein par la suite. La production n'a, depuis, jamais cessé d'être en majorité militaire, jusqu'à 80 %, comme c'était déjà le cas partout avant la guerre.

[65] Comme le montre par exemple la synthèse de Pierre Ayçoberry, *La Société allemande sous le IIIe Reich,* éd. du Seuil, 1998.

nucléaires considérées comme la suite « normale » de ce que l'on a déjà « commencé » pendant la Seconde guerre mondiale. Ou même la Première : si vous trouvez normal de tuer 175 civils au hasard à Londres en 1917, pourquoi pas 40 000 à Hambourg en une nuit de juillet 1943 et un million en cinq minutes à Leningrad ou Detroit la prochaine fois ? Vous voyez une différence ?

C'est la bombe atomique qui, après 1945, sauve la stratégie de l'*Air Power* en réduisant de façon drastique le matériel nécessaire à la guerre totale : en théorie, un avion et une bombe, en attendant un missile, pour raser une ville. Avec la fin de la guerre, l'immense majorité des scientifiques rejoignent les universités où vont bientôt arriver les premiers contrats militaires. Mais pour certains, en URSS autant qu'aux USA bien entendu, la fin de la guerre n'est que celle du commencement. Dès la fin de 1944, le grand homme de l'aérodynamique américaine, von Karman [66] – ancien élève et collègue de Ludwig Prandtl à Göttingen avant 1914, établi au *California Institute of Technology* depuis 1929 et maintenant principal conseiller scientifique du général Arnold qui commande l'*Air Force* –, s'attelle à la rédaction d'un rapport sur les progrès futurs de l'aéronautique militaire en s'aidant notamment d'une visite en Allemagne sur les talons de l'armée américaine [67] ; on s'y empare d'innombrables

[66] Ses mémoires fréquemment cyniques, *The Wind and Beyond,* couvrent tout le développement de l'aéronautique et de la mécanique des fluides pendant un demi-siècle. Von Karman ne fait *aucune* allusion aux opérations aériennes de la guerre ; tout semble, pour lui, se ramener à des problèmes techniques propulsés par la situation politique et stratégique. Il a joué après 1945 un grand rôle en Europe (France y compris), notamment en y faisant créer l'AGARD, grand centre de recherche aéronautique de l'OTAN à la disposition des spécialistes européens.

[67] Von Karman visite notamment l'usine souterraine où les V-2 étaient fabriqués par la main d'œuvre d'un camp de concentration voisin, « *a perversion of science beyond anyone's nightmarish imagination* » (les académiciens parisiens qui ont plus tard honoré von Braun n'ont pas dû lire les mémoires de von Karman). Il visite aussi Göttingen, épargnée par les bombardements, et rencontre son ancien maître Prandtl ; une bombe perdue ayant démoli le toit de sa maison, il demande à von

documents, notamment sur l'aérodynamique des ailes en flèche que von Karman fait adopter *in extremis* pour le futur bombardier hexaréacteur B-47. Le titre du premier des trente trois volumes du rapport (mars 1946), *Science : The Key to Air Supremacy*, parle de lui même. Il conduit immédiatement à la formation du *Scientific Advisory Board* permanent de l'*Air Force* placé sous l'autorité du chef de la R&D de celle-ci, à savoir, au début, le général LeMay. Dès mai 1945, le général Arnold expose sa vision, que Schaffer résume ainsi :

> « Une guerre aérienne future faisant intervenir des missiles guidés et d'énormes avions transportant des bombes de cinquante tonnes. L'aviation déverserait des gaz neurotoxiques, des nuages de poison mortel et des substances détruisant les poumons et les yeux et brûlant la peau et la chair "aussi sûrement et cruellement qu'une flamme". Un gaz plus lourd que l'air, actuellement à l'étude, s'insinuerait jusque dans les abris souterrains et, s'embrasant soudain en une boule de feu, raierait de la surface de la terre ville après ville. Des armes bactériologiques propageraient de si fulgurantes épidémies "que la simple survie deviendrait l'unique préoccupation de millions de gens rendus fous de terreur". Des engins nucléaires menaceraient d'éradiquer l'espèce humaine. Dans la guerre future, telle que l'aviation l'envisage officiellement, les seules limites à la violence résideraient dans celles de l'ingéniosité humaine à inventer de nouveaux engins de destruction et dans la crainte des représailles. » [68]

Une semaine après Hiroshima, la presse américaine (von Karman & Cie bien avant) prévoit le futur mariage d'amour des V-2 améliorés et de la bombe atomique, *id est* la libération prochaine du « monstre de Frankenstein » comme l'appelle

---

Karman « Pourquoi moi ? » qui lui répond qu'il s'agit d'un accident. N'importe quel gavroche havrais lui aurait répondu que, si sa maison avait été touchée, cela prouvait mathématiquement qu'elle n'avait pas été visée…

[68] Schaffer, p. 150.

Hanson Baldwin, le critique militaire du *New York Times*[69]. On en arrivera au point où, en 1960, le plan de guerre américain envisagera, en cas de conflit majeur avec l'URSS, d'exterminer en vingt-quatre heures quelques centaines de millions d'habitants du monde socialiste[70] : les armes et les plans de vol nécessaires à son exécution étaient disponibles, les équipages s'entraînaient en permanence et le président Eisenhower, tout en se refusant à toute provocation, n'a jamais fait mystère de son intention de recourir éventuellement au *Sunday punch*, du général LeMay, devenu le chef du *Strategic Air Command* ; il ne s'agit plus de terroriser les populations ennemies : il s'agit de les exterminer purement et simplement. Le fait que ces plans soient restés des plans – on les a du reste quelque peu adoucis en visant les missiles ennemis avant la population – ne saurait faire oublier qu'ils habitaient les cerveaux de dirigeants politiques, de militaires, d'ingénieurs et de scientifiques parfaitement conscients et organisés et ayant, à la différence des Nazis, la réputation de gens civilisés et équilibrés ; il ne s'agissait pas de scénarios de science-fiction à la Wells. A en juger par ce qu'il pensait avant 1914 des potentialités de l'aéronautique et de la physique atomique, l'auteur de *The War in the Air* et de *The World Set Free* n'eût pas été surpris de ces développements.

On a signalé plus haut les 500 000 francs soutirés par Clément Ader aux contribuables français. L'aéronautique américaine de la Grande Guerre extorque 600 millions de dollars aux *taxpayers* indigènes, mais ce sont les Français qui doivent équiper l'armée américaine en 1917-1918. Il y a aussi les 10 % du PNB américain de 1944. Il y a encore l'avion à propulsion nucléaire des années 1950, abandonné après 10^9

---

[69] Paut Boyer, *By the Bomb Early Light. American Thought and Culture at the Dawn of the Atomic Age* (University of North Carolina Press, 1994), p. 9, et Franklin, *War Stars*, p. 156.
[70] Voir Daniel Ellsberg, *Secrets* (Viking, 2002), pp. 57-60.

dollars dépensés pour un engin capable en théorie de tenir l'air indéfiniment mais dont les réacteurs et le blindage contre les radiations auraient été d'un poids tel que, selon l'un des critiques du projet, tout ce qu'il aurait pu faire eût été de laisser tomber ses réacteurs sur l'ennemi [71]. Il y a aussi un peu plus tard le B-70 supersonique : deux prototypes construits, l'un s'écrase au sol en 1966 après une collision avec un chasseur d'accompagnement, l'autre atterrit en 1969 au Musée de l'Air à Wright Field : 1,5 x 10^9 dollars. Mais avant de s'écraser il sert d'argument aux constructeurs du Concorde qui le voient déjà transformé en transport civil : 18 x 10^9 Francs de 1978 selon la Cour des Comptes, pour sept appareils vendus à Air-France moins de deux cents millions de francs l'unité. Le B-70 et le Concorde suscitent le supersonique civil américain ; financé très exceptionnellement par le gouvernement [72] parce que le projet est jugé trop risqué par les constructeurs, il est abandonné lorsque le Congrès lui coupe les vivres [73] : 10^9 dollars de 1970. Les Soviétiques

---

[71] Herbert York, *Race to Oblivion* (Simon & Schuster, 1970), Chap. 4.

[72] Il ne finance en principe que son propre matériel, *id est* l'aéronautique militaire. Celle-ci profite évidemment, mais en général de façon indirecte, au secteur civil, y compris par les profits que les constructeurs réalisent sur leurs ventes militaires. Les technocrates français qui accusent actuellement le gouvernement américain de financer l'aéronautique civile par l'intermédiaire de la NASA – elle sert les deux secteurs et, maintenant, coopère avec l'Aérospatiale sur un nouveau projet de supersonique civil (SST) – devraient examiner ce qui s'est passé en France depuis 1945, pour ne pas remonter plus haut. M. Chadeau, *Le rêve et la puissance*, p. 370, s'étonne que les contribuables américains aient accepté de financer l'expédition vers la Lune mais non le Supersonic Transport. La différence est que le projet Apollo n'était pas une entreprise commerciale ; c'était un projet gouvernemental ayant une fantastique valeur symbolique.

[73] Certains prétendent que le Concorde a été « tué » par les Américains parce qu'ils ne savaient pas le faire ; François de Closets a fourni la bonne réponse : ils étaient seulement capables d'aller sur la Lune. Comme le projet de supersonique civil (SST) américain, le Concorde a été un échec parce qu'il était économiquement absurde relativement aux Boeing 747 et que les vols supersoniques prolongés étaient et restent interdits en dehors des océans. Les Américains ont « tué » leur SST en 1971 ; le Concorde a coûté deux à trois fois plus cher. Aucune compagnie aérienne ne l'a acheté en dépit de sa supériorité proclamée, sauf Air France et BOAC qui n'en ont acquis que le minimum imposé.

suivent avec leur Tupolev ; résultat analogue, facture inconnue. Et attendez celle du Rafale de Dassault. On pourrait multiplier les exemples. Les actuels B-2 furtifs coûtent deux milliards de dollars l'unité.

Dans l'art d'extorquer patriotiquement des sommes colossales aux contribuables éberlués, les gens de l'aéronautique sont les champions hors concours.

Sans parler, le cas échéant, des cadavres produits [74].

Le Concorde est un parfait exemple de ce qui peut arriver lorsqu'un lobby d'ingénieurs – en France, des X drogués de performances techniques, alliés à des politiciens accusant les contestataires d'être « vendus à l'Amérique » et soutenus par un dirigeant n'ayant pas les moyens de ses prétentions à la « grandeur » – prétend injecter dans le secteur civil des techniques militaires en espérant dépasser un compétiteur qui a produit cent fois plus d'avions qu'eux. Les Américains aussi délirent au début : de profondes études de marché prévoient que 500 à 800 SST et 200 à 400 Concorde seront en service en 1990 !
Sur la psychologie des acteurs, voir André Turcat, *Concorde, essais et batailles* (1977), par un polytechnicien et pilote d'essais du Concorde devenu ensuite député gaulliste, et Henri Ziegler, *La grande aventure de Concorde* (éd. Grasset, 1976), par un autre polytechnicien qui a dirigé à partir de 1968 l'Aérospatiale construisant l'avion avec British Aerospace. L'exposé fort ambigu d'Emmanuel Chadeau dans *Le rêve et la puissance*, chap. XIV. « *rêve d'ingénieur… rêve de liberté… rêve de perfection… aventure mystique* » (!), ne se compare pas à l'étude ultra documentée de Mel Horwitch, *Clipped Wings. The American SST Conflict* (MIT Press, 1982), que Chadeau ne cite pas.

[74] On me reprochera probablement de n'avoir pas mis en lumière les bienfaits de l'aéronautique civile. Outre qu'ils ne justifient pas les horreurs, il y a sur la Terre suffisamment de propagandistes pour que je me dispense d'en rajouter. Je n'ai pas non plus les moyens d'acheter des pages entières dans la presse parisienne pour proclamer en caractères d'affiche, comme l'Aérospatiale à propos du Concorde, *Nous avons su le faire !* (mais non le vendre, détail non mentionné dans le texte).

Principales références utilisées dans ce chapitre :

Emmanuel Chadeau, *L'industrie aéronautique en France, 1900-1950, de Blériot à Dassault* (éd. Fayard, 1987) et *Le rêve et la puissance. L'avion et son siècle* (éd. Fayard, 1996) ; Williamson Murray, *Luftwaffe. Strategy for Defeat 1933-1945* (Grafton/Collins, 1988) ; H. Bruce Franklin, *War Stars. Superweapons and the American Imagination* (University of North Carolina Press, 1988) ; Max Hastings, *Bomber Command* (Michael Joseph, 1979 ; Pan Books, 1981) ; Michael Sherry, *The Rise of American Air Power : The. Creation of Armageddon* (Yale UP, 1987) ; Patrick Facon, *Le bombardement stratégique* (éd. du Rocher, 1996) ; Ronald SchafFer, *Wings of Judgment. American Bombing in World War II* (Oxford UP, 1985) ; Frederick M. Sallagar, *The Road to Total War* (Van Nostrand, 1969). Voir aussi l'exposé de Kenneth P. Werrell, *Blankets of Fire. U.S. Bombers over Japan during World War II* (Smithsonian Institution Press, 1996), remarquable par sa précision Chadeau, dans *Le rêve…* propose à ses lecteurs une abondante bibliographie, mais son utilité est très faible puisqu'il ne la cite jamais dans son texte.

6. Mathématiques appliquées : à quoi ?

Ceux qui, sans autre forme de procès, nous intiment l'ordre de nous soucier des applications des mathématiques auraient donc, me semble-t-il, intérêt à préciser un peu leur pensée, compte tenu du fait que les contrats de la DRET sont, depuis un quart de siècle, une quasi institution dans les centres français de mathématiques appliquées où l'on entretient souvent aussi des relations avec les centres de calcul des grandes entreprises de l'armement, notamment aéronautiques.

Outre le fait que les scientifiques ont le droit de ne pas se soucier des applications au sens où l'entend Laurent Schwartz, la question fondamentale est évidemment de savoir s'ils doivent s'intéresser à toutes les applications possibles ou s'il ne s'imposerait pas de procéder à des choix ; l'imagerie médicale et les armes nucléaires ne relèvent pas de la même conception de la civilisation [75] et les scientifiques auraient, me

---

[75] On me fera observer que l'imagerie médicale est une retombée de la recherche militaire, usage des ultrasons dans la détection des sous-marins par exemple. La réponse à faire est qu'il eût probablement été beaucoup moins coûteux de la développer directement, comme beaucoup d'autres techniques dérivant de systèmes militaires incomparablement plus sophistiqués : identifier un sous-marin à travers 20 km d'eau grâce à sa signature acoustique est probablement plus difficile que de détecter un fœtus chez une femme enceinte. Et que doit-on penser d'une « civilisation » qui serait incapable de résoudre le second problème sans résoudre le premier ?
L'utilité de la R&D militaire pour l'économie, considérée comme axiomatique jusqu'en 1970, est maintenant mise en doute par de nombreux économistes, y compris en France et même par des militaires. Voir par exemple l'article de Philippe Ricalens, contrôleur général des armées, dans la *Revue de défense nationale* d'avril 1992.

semble-t-il, intérêt à enregistrer cette distinction : elle n'est ni particulièrement subtile ni très nouvelle. Le complet silence sur ce point de Schwartz est d'autant plus remarquable que, quelques lignes avant ou après avoir demandé aux mathématiciens (p. 355) de se soucier des applications, il mentionne deux personnes (récemment décédées), Pierre Faurre et Jacques-Louis Lions, dont les activités peuvent illustrer les problèmes que posent les mathématiques appliquées.

Pour Schwartz, Pierre Faurre n'est que l'un de ses très bons anciens élèves et le nouveau président du conseil d'administration de Polytechnique ; c'est exact mais incomplet. Ancien major de l'X bien connu dans le milieu des mathématiciens appliqués, M. Faurre a commencé sa carrière en publiant dans une collection dirigée par M. Lions un livre, *Navigation inertielle optimale et filtrage statistique* (éd. Dunod, 1971), rempli de mathématiques apprises notamment lors de séjours au département de l'*Electrical engineering* de Stanford et à l'*Institut de recherche en informatique et automatique* (IRIA) en 1969-1972. Il entre ensuite comme secrétaire général à la SAGEM, entreprise qu'il dirige depuis une dizaine d'années. Tout en ayant depuis peu une production très majoritairement civile – entre 1982 et 1991, le secteur militaire représentait encore de 36 à 49 % de son chiffre d'affaires –, elle produit les merveilles de la mécanique de précision que sont les centrales inertielles [76], des appareils de conduite de tir

[76] La navigation inertielle permet à un mobile de se guider sans le secours d'aucun point de repère ou signal extérieur. Le principe – mais non la technique, qui a du reste beaucoup évolué – en est très simple : à l'aide d'une « plateforme » rendue absolument stable par des gyroscopes tournant autour de trois axes rectangulaires et auxquels sont liés des accéléromètres ultra-précis, on mesure à chaque instant l'accélération du véhicule – avion, missile, fusée, sous-marin, etc. – dans les trois directions ; les données sont transmises à un calculateur qui intègre en temps réel les équations du mouvement, détermine la position exacte du véhicule et rectifie sa trajectoire en conséquence. Voir le curieux livre de Donald McKenzie, *Inventing Accuracy : A Historical Sociology of Nuclear Missile Guidance* (MIT Press, 1990). Pierre Faurre fournit quelques indications très abstraites dans sa contribution à Robert

automatique à stabilisation gyroscopique couplés à un viseur laser pour le nouveau char Leclerc[77], des systèmes optroniques pour la Marine, du matériel de télécommunications militaires, participe avec Thomson et Electronique Serge Dassault à un « Calculateur militaire français » destiné à être installé sur le nouveau porte-avions nucléaire, sur les missiles de troisième génération et sur le Rafale de Dassault dont, en liaison avec une centrale inertielle, il contrôle le pilotage dans les situations limites, etc.

J.-L. Lions, normalien, est un brillant élève de Schwartz qui a pratiquement créé l'école française de mathématiques appliquées et d'analyse numérique : ses nombreux disciples se

---

Dautray, éd., *Frontiers in Pure and Applied Mathematics* (North Holland, 1991, volume célébrant le soixantième anniversaire de J.-L. Lions) ; exposé beaucoup plus précis de D. C. Hoag, du Draper Lab, pp. 19-106 dans B.T. Feld et autres. *Impact of New Technologies on the Arms Race. A Pugwash Monograph* (MIT Press, 1971).
Dérivée des instruments à suspension gyroscopique pour la marine et l'aviation et des systèmes de guidage des V-l et V-2 allemands, la navigation inertielle a été développée après 1945 au MIT par Charles Stark Draper (1902-1987) sur des crédits en quasi totalité militaires (et NASA après 1960). Draper se proposait à l'automne 1945 de permettre à un avion de se diriger avec précision et de façon totalement autonome sur plusieurs milliers de km. Utilisée plus tard pour la cabine Apollo de la marche sur la Lune et, depuis 1970, dans l'aéronautique civile, la méthode, en 1945, était destinée aux futurs bombardiers stratégiques américains ne désirant pas avoir recours aux services des tours de contrôle soviétiques pour se diriger vers leurs objectifs éventuels. York, *Race to Oblivion,* note le rôle joué par Draper dans la réalisation des premiers missiles intercontinentaux américains, et Draper lui-même s'est abondamment exprimé, notamment lorsque son laboratoire a été, en 1969, la cible des étudiants de Cambridge révoltés contre la guerre du Vietnam ; le MIT a dû s'en séparer administrativement par la suite.
[77] Sur les contributions des entreprises françaises à ce programme majeur d'armement, voir "Char Leclerc. 35 milliards pour l'industrie" (*L'usine nouvelle,* 15 mai 1986). Les commandes françaises initialement prévues (1 400 chars) ayant été considérablement réduites (650 en 1991), l'Arabie Saoudite, avec quelque 450 unités, a de bonnes chances d'être le principal client d'un projet dont l'intérêt pour la défense française est des plus douteux. L'essentiel de ce char « troisième génération » à la pointe du progrès étant fabriqué dans les arsenaux de l'État, le coût total prévu était beaucoup plus élevé que les 35 milliards mentionnés par la revue. L'avenir des arsenaux qui le fabriquent en dépendant directement, l'État a dû, depuis trois ans, fournir à GIAT-Industries des apports en capital d'un montant total de onze milliards, gracieusement fournis par les contribuables.

rencontrent maintenant dans tous les secteurs et, dans les universités, se montrent parfois quelque peu entreprenants si j'en crois mes jeunes collègues. Lions est d'abord professeur à Nancy puis à Paris à partir de 1963, date à laquelle, me dit une source fiable que je préfère ne pas citer, il est déjà en relations avec Robert Lattes, Robert Galley, Robert Dautray [78] et le CEA. Professeur à Polytechnique (1965-1986) et, en 1973, élu au Collège de France et à l'Académie des Sciences qu'il préside actuellement, il a reçu de hautes distinctions internationales, par exemple un prix von Neumann [79] en 1986 et un grand prix du Japon en mathématiques appliquées en 1991. Il préside l'IRIA

---

[78] Robert Lattes, contemporain de Lions à l'Ecole normale, passe deux ans (1956-1958) au département de physique mathématique et de calcul du CEA et est ensuite, en compagnie de deux majors de l'X, Jacques Lesourne et Robert Armand, l'un des dirigeants de la SEMA, société spécialisée en *management*, calcul économique, informatique, mathématiques appliquées, etc. ; elle produit dès 1960 un modèle mathématique de l'usine de séparation isotopique de Pierrelatte et, en 1962, crée sous la direction de Lattes la Société d'informatique appliquée, dotée d'un ordinateur CDC 3 600 puis 6 600 qui aurait été utilisé par le CEA militaire pour contourner l'embargo américain. Lattes et ses deux collègues de la SEMA publient en 1970 un livre au titre ambigu, *Matière grise, année zéro,* à la gloire de l'informatique et du marketing, dont le style et l'idéologie *made in USA* sont typiques de la profession. R. Lattes entre ensuite à la Banque de Paris et des Pays-Bas qui a financé à 50 % le lancement de la SEMA en 1958. Voir l'exposé de J. Lesourne au *Deuxième Colloque sur l'Histoire de l'Informatique en France* (Paris, 1990), édité par Philippe Chatelin et Pierre Mounier-Kuhn. Robert Lattes a publié en 1967 deux livres de mathématiques plus ou moins appliquées, dont un en collaboration avec Lions.

Robert Galley, ancien élève de l'Ecole centrale, compagnon de route du général de Gaulle depuis 1940, est d'abord ingénieur dans le pétrole puis chargé des constructions du CEA de 1955 à 1966 (piles plutonigènes de Marcoule et usine de Pierrelatte) ; il est ensuite délégué à l'informatique et président du conseil d'administration de l'IRIA créé en 1966 sous Alain Peyrefitte. Il fait ensuite au parti gaulliste une carrière politique au cours de laquelle il dirige la recherche, l'industrie, la défense, les postes et télécommunications, etc.

Robert Dautray – voir plus bas – est lui aussi, à la même époque, au CEA où il s'occupe de Pierrelatte et des propulseurs sous-marins en attendant la bombe H.

[79] Voir l'exposé, purement théorique comme presque tous ses livres et articles, qu'il a fait à cette occasion dans la *Siam Review* de 1986. A lire Lions, on pourrait croire qu'il n'existe aucune différence entre les mathématiques « pures » et « appliquées », les éventuelles applications à des exemples concrets n'étant presque jamais explicitées.

ou INRIA en 1980-1984 et le Centre national d'études spatiales (CNES) en 1984-1992 ; il fait ou a fait partie des conseils scientifiques de l'Electricité de France (EdF), du Gaz de France (GdF), de la compagnie des pétroles Elf, de la Météorologie nationale, de Péchiney et est depuis 1993 « Haut conseiller scientifique et spatial » chez Dassault [80], nous dit sa notice dans le *Who's Who in France* de 1996.

L'association Science et Défense que j'ai mentionnée dans ma préface dispose d'un prix destiné à récompenser chaque année les contributions scientifiques les plus éminentes à la défense du pays ; le lauréat est choisi par un jury qui, dans les premiers temps, était présidé par Louis Néel, l'un de nos prix Nobel de physique, et comprenait, outre M. Lions, quatre universitaires fort connus, MM. Delcroix (physique des plasmas, directeur scientifique de la recherche militaire en 1965-1977, directeur de l'Ecole supérieure d'électricité, autre pépinière de cerveaux pour l'armement), Hamburger (médecine), Malavard (voir plus loin) et Teillac (à l'époque haut-commissaire du CEA et organisateur de la physique des

---

[80] Où l'on a étudié un projet européen de navette spatiale, Hermès, finalement abandonné. Restent les jets privés pour VIP – ils ont du succès –, l'électronique militaire ou spatiale, le Mirage 2000 et le futur Rafale, construit en collaboration avec Thomson-CSF, Matra et la SNECMA et dont le prix de revient, pendant sa durée d'utilisation, serait de 155 milliards pour 330 appareils livres à la France (*Le Monde* du 8 juillet 1991, chiffres officiels, ou près du double selon certains économistes). Les exportations se heurtant à la concurrence américaine et russe, Dassault tente de négocier avec l'Irak un contrat de 22 milliards (*Le Monde* du 2 juin 1989) alors que l'Irak fait déjà défaut sur des factures d'environ 25 milliards de francs qui devront être payées par les contribuables français, lesquels assurent en dernier ressort les exportateurs contre les mauvais payeurs (*Le Monde* du 18 mars 1990) ; l'opération, cette fois, se heurte à l'opposition des Finances. Le 23 août 1990, l'invasion du Koweit décide *Le Monde* à dénoncer subitement, "Vingt ans d'irakophilie française", les relations et « retours d'épices » du Tout-Paris politique, industriel et culturel avec Saddam Hussein, maintenant exclu du marché au grand dam des industriels qui l'avaient abreuvé de matériels et qui, après la guerre du Golfe, tenteront de reconstituer un lobby pro-irakien. Voir Kenneth R. Timmerman, *The Death Lobby,* Houghton Mifflin, 1991, trad. fr. *Le Lobby de la mort. Comment l'Occident a armé l'Irak,* éd. Calmann-Lévy, 1991, à lire avec les précautions critiques qu'imposent l'absence de documentation sérieuse et le style de l'ouvrage.

particules), ainsi que Claude Fréjacques, l'homme de l'uranium, de l'eau lourde (deuterium) et du tritium au CEA : les ingrédients de la bombe H. En 1985 par exemple, le prix a été décerné à un ingénieur du CEA pour ses travaux sur la physique des réactions thermonucléaires ainsi qu'à un chercheur du CNRS et à un ingénieur de la société Crouzet pour leurs travaux sur « *la communication parlée appliquée à la commande des aéronefs* », problème qui, aux USA aussi, a été à l'origine des recherches sur la reconnaissance de la parole par les ordinateurs. Il semble difficile de faire partie d'un tel jury sans être habilité au secret militaire.

Au congrès international Mathématiques 2000 (Ecole polytechnique, décembre 1987), M. Lions parle de la vague de fond de la modélisation mathématique qui ne fait que commencer et mentionne quelques programmes en cours – la navette Hermès et ses problèmes de rentrée dans l'atmosphère, le comportement structural des grandes stations spatiales, les robots flexibles, la thermoélasticité, la gestion des grands réseaux de distribution de l'électricité, la météorologie dynamique, des études sur la combustion (automobile et propulseurs cryogéniques) –, ainsi que des problèmes qu'on ne peut encore aborder : modélisation du cœur et des artères, du vol des oiseaux ou de la nage des poissons. Il termine son exposé par un « *théorème fondamental : les banquiers doivent aider les mathématiciens* », car le degré de compétitivité d'une entreprise industrielle dépend de la sophistication de ses logiciels de calcul ; CQFD. A une question de ma part sur l'existence possible d'applications militaires, Lions répond que la plus difficile et la seule sur laquelle il ait des informations concerne les avions « furtifs », *id est* la diffusion des ondes radar par des revêtements absorbants et des formes aérodynamiques baroques. C'est l'exemple type de la technique militaire totalement absurde dans le secteur civil, où l'on désire rarement passer inaperçu lorsqu'on se dispose à atterrir.

Dans une interview au journal *Le Monde* du 8 mai 1991 à l'occasion de son prix du Japon, on lui fait de même citer la modélisation de la forêt amazonienne, le refroidissement d'une coulée d'acier, la forme optimale du nez d'un avion, la conduite des centrales nucléaires, l'exploitation des champs de pétrole, la climatologie, etc., mais aucun exemple explicitement militaire. Lions s'y livre à un éloge très appuyé de von Neumann, présenté par l'auteur de l'article comme :

> « Le père de la discipline, qui a si bien su sentir, à la fin des années 1940, tout le bénéfice que l'on pouvait tirer des premières machines à calculer, des premiers *computers*, pour décrire des systèmes aussi complexes que les phénomènes météorologiques. »

Il est exact que, comme ses amis de l'Air Force, von Neumann s'intéressait à la météorologie – il évoquait même la possibilité de modifier le climat –, mais il avait quelques autres activités [81] avant sa mort prématurée en 1957. On nous dit seulement que, relativement à von Neumann, M. Lions s'est borné à « *rajouter un chapitre sur lequel il ne s'était pas engagé : le chapitre industriel* ». Il est de fait que von Neumann ne s'était engagé que dans le secteur gouvernemental, en dehors de conseils à IBM qu'il persuada notamment de lancer en 1956 une machine à l'extrême limite des possibilités, la Stretch ; elle fut livrée d'abord à Los Alamos (puis à la DAM du CEA français) et fut un échec commercial mais contribua à la technique des célèbres IBM 360.

L'auteur du même article nous dit aussi qu'en 1956, aux États-Unis, M. Lions a découvert les idées de von Neumann sur les mathématiques appliquées et l'informatique grâce à

---

[81] « Cette combinaison de compétences scientifiques et de sens pratique lui conférait une crédibilité auprès des officiers militaires, des ingénieurs, des industriels et des scientifiques que personne d'autre ne pouvait égaler. Il était la figure consultative clairement dominante en matière de missilerie nucléaire. » Herbert York, *Race to Oblivion*, Simon & Schuster, 1970, p. 85, parlant du von Neumann qu'il a connu dans les années 1950.

Peter Lax, mathématicien fort connu dont *Le Monde* ne nous dit strictement rien. Celui-ci, arrivé très jeune de Hongrie un peu avant la guerre, a fait toute sa carrière universitaire à la New York University, l'un des premiers et principaux centres américains de mathématiques appliquées (*Courant Institute*), créé par des réfugiés allemands un peu avant la guerre et propulsé après 1945 par l'*Office of Naval Research* (ONR) puis l'AEC qui y crée un centre de calcul en 1954. Lax a fait partie du laboratoire de Los Alamos à la fin de la guerre puis en 1949-1950 et y réside ensuite chaque été jusqu'en 1958 ; à cette époque, financement de la physique lourde mis à part, quasiment toutes les activités de l'AEC étaient concentrées sur des projets militaires : armes nucléaires à diversifier, réacteurs pour les sous-marins et l'aviation.

Comme Lions, Lax est l'un des apôtres des *supercomputers* à propos desquels il a organisé en 1982 une enquête américaine [82]. On s'y plaint abondamment du fait que les pauvres universités indigènes ne disposent pas encore des derniers modèles, que nombre de problèmes, en astrophysique par exemple, exigeraient des machines cent ou mille fois plus rapides encore, que le Japon va bientôt faire perdre à l'Amérique son avance dans ce domaine crucial pour le secteur prioritaire qu'est la défense, etc. On y apprend que, sur une liste d'une cinquantaine de machines de niveau maximum installées ou commandées dans le monde libre, les laboratoires de Los Alamos, Livermore et Sandia en consacrent onze aux armes nucléaires ; quelques autres sont également vouées ici et là à des activités militaires ou fort proches de celles-ci (fusion nucléaire par confinement magnétique, aérodynamique, dynamique des gaz) et deux sont en service à la *National Security Agency* (cryptologie) ; la France de l'époque possède au total quatre machines, soit moins que

---

[82] *Large Scale Computing in Science and Engineering. Report of the panel* (pas d'éditeur). L'entreprise était subventionnée par le DOD et la NSF, avec la coopération de la NASA et du DOE.

Livermore ou Los Alamos. L'un des auteurs du rapport insiste (pp. 39-40) sur le fait que l'accélération des calculs numériques depuis 1945 est due non seulement au progrès des machines, mais davantage encore à celui des algorithmes inventés par les mathématiciens appliqués. Le rapport conduira à la création par la NSF de grands centres de calcul nationaux dans cinq universités et du réseau NSFnet, qui succède à l'Arpanet et précède Internet.

Lax a aussi publié suffisamment d'articles importants sur les EDP pour être considéré comme l'un des grands experts du sujet, y compris, avec R. S. Philips, un livre sur l'analyse spectrale des fonctions automorphes ; on y trouve des démonstrations très élégantes de résultats (A. Selberg) déjà généralisés (R. Langlands) à des situations où ne s'applique pas la méthode de Lax et Philips, du reste largement anticipée par Ludwig Faddeev à Leningrad. Celle-ci est directement inspirée de la théorie du scattering inventée pour la physique des particules par Heisenberg pendant la guerre aux USA – il aurait travaillé à temps plein sur la bombe au lieu de s'amuser – et devint par la suite une fort belle théorie mathématique abstraite à part entière ; Lax et Philips l'ont exposée dans un livre excellent.

Peter Lax a des opinions [83] qui se rapportent à notre sujet, mais qu'en bon mathématicien il se borne à énoncer en quelques lignes en oubliant de les développer. Il fait lui aussi l'éloge de von Neumann et cite les sujets qu'il a traités en omettant les armes nucléaires et les missiles. Bourbaki, selon lui, est :

> « Un mouvement intellectuel et pédagogique structuré avec une méticulosité toute gauloise et visant à couper le cordon ombilical qui rattache les mathématiques à la réalité. »

[83] Dans D. Tarwater, éd., *American Mathematical Heritage : Algebra and Applied Mathematics* (Texas Tech. U., Math. Series, n°13. 1973).

Les mathématiciens américains qui, aux environs de 1970, militaient contre la guerre du Vietnam, lui inspirent aussi un curieux commentaire :

> « Les mathématiques ont toujours attiré ceux qui rêvent d'échapper au réel. Il est intéressant de noter que, parmi ce petit groupe de mathématiciens militants qui se démènent tant pour attirer l'attention de leurs confrères sur les questions politiques, la plupart sont spécialisés dans des mathématiques abstraites, souvent ésotériques, et en tout cas très éloignées des problèmes du monde réel. »

Étant donné qu'ils s'occupaient des B-52 écrasant le Laos sous les bombes plutôt que des mathématiques des ondes de choc, les accuser de « fuir le monde réel » est assez comique.

Sans être sous administration militaire, l'IRIA ou INRIA [84] que J.-L. Lions a dirigé a vraisemblablement l'occasion de coopérer avec les institutions et industries de l'armement. Dans ses débuts, il eut le même directeur que la R&D militaire (DRME, maintenant DRET), à savoir Lucien Malavard ; d'abord ingénieur de l'aéronautique puis collaborateur avant et après la guerre de Joseph Pérès qui enseignait la mécanique rationnelle à Paris dans ma jeunesse, Malavard, grâce aux crédits militaires et aux contrats industriels, a fait une belle carrière dans l'aérodynamique et le calcul analogique. Un autre directeur de l'IRIA (1972-1980), André Danzin (X et Ecole supérieure d'électricité), membre d'innombrables conseils gouvernementaux ou privés, a fait la majeure partie de la sienne au groupe Thomson-CSF dont, en 1972, il était le numéro deux dans la hiérarchie. Vers 1976-

---

[84] L'IRIA, rebaptisé plus tard INRIA, a été créé en même temps que le Plan calcul en 1966 pour fonder une industrie française des ordinateurs indépendante des États-Unis ; les incitations militaires y ont fortement contribué, notamment en raison de l'embargo américain sur les super-ordinateurs destinés à la division militaire du CEA qui cherchait à développer la bombe H ; à cette époque, la doctrine française consistait à recourir d'emblée au nucléaire en cas de conflit même « classique » en Europe afin de forcer les États-Unis à s'engager totalement…

1980, un groupe d'informaticiens français participe à l'élaboration d'un nouveau langage informatique, ADA (ex DOD-1), permettant d'unifier la programmation de tous les systèmes d'armes américains qui, avec leurs 450 langages différents, étaient affligés d'innombrables erreurs et coûtaient des milliards de dollars chaque année. Une compagnie s'appelant à l'époque CII-Honeywell-Bull – résultat d'un mariage temporaire entre une entreprise nationale issue du Plan Calcul [85], le Concorde de l'informatique toutes proportions gardées, et deux entreprises privées américaine et française beaucoup plus anciennes avait été chargée, après compétition, d'organiser ce projet international dirigé par un major de l'X, Jean Ichbiah. L'IRIA ne semble pas avoir officiellement coopéré au projet et encore moins les militaires français, qui avaient leur propre « Langage en temps réel » (LTR), probablement conçu avec l'aide de l'IRIA, et tenaient à leur « indépendance » vis-à-vis de l'OTAN ; le développement d'ADA les obligera par la suite à tempérer leur opposition, notamment pour continuer à exporter. Considéré néanmoins et à juste titre comme un grand succès de l'Informatique Française, ADA valut instantanément à M. Ichbiah, en Conseil des ministres, une haute distinction dans la Légion d'Honneur. C'est au *Courant Institute* de la New York University que fut développé le premier compilateur ADA pour le gouvernement américain. Ces harmonies préétablies sont caractéristiques de ce genre de sujet.

En 1979-1980, un groupe de travail présidé par J.-L. Lions préconise la construction d'ordinateurs de très grande puissance destinés, problème récurrent, à libérer la France de sa dépendance à l'égard d'IBM, Cray et autres fabricants

---

[85] Sur les origines du Plan Calcul, voir les exposés de G. Ramunni dans *De Gaulle en son siècle*, vol. III (éd. Plon, 1992), pp. 697-708 et au second *Colloque sur l'histoire de l'informatique en France* (Paris, 1990) ; le premier colloque (Grenoble, 1988) contient aussi des témoignages – parfois polémiques et contradictoires – d'anciens participants. Deux autres colloques ont eu lieu par la suite.

américains dont les exportations sont contrôlées par le *State Department*. Cela conduit au lancement en 1983 d'un projet Marisis, financé principalement par la recherche militaire. Le directeur de celle-ci, André Rousset (X, corps des Poudres, physique nucléaire et des particules) et le responsable du projet à la DRET expliquent que ces grands calculateurs parallèles, fabriqués en petit nombre, seront plus puissants que le Cray I. Le sort de ce projet n'est pas clair pour moi, mais les usages prévus à l'époque le sont : dans l'ordre, l'aérodynamique, l'armement nucléaire, la détonique, l'hydrodynamique navale et « plus généralement » toute la recherche, de la physique nucléaire à l'inévitable météorologie [86].

Dans l'interview au journal *Le Monde* de 1991 citée plus haut, M. Lions rêve de superordinateurs capables de mille milliards (et non plus de cent millions) d'opérations par seconde. S'ils deviennent périmés aussi rapidement que mon PC (douze mois au maximum), l'informatique « scientifique » a de beaux jours devant elle.

---

[86] *Sciences et Avenir,* août 1983. *Le Monde* du 22 janvier 1983 notait le retard dans la livraison de deux Cray I, retard motivé par un grand projet de gazoduc eurosibérien ne plaisant pas aux Américains ; le journal ne savait pas si Marisis coûtera 300 ou 800 millions. *Le Figaro* du 19 décembre 1984 parle de 600 millions, note que ce super-ordinateur « *bleu, blanc et rouge* » devrait être disponible en 1988, que l'ONERA, l'INRIA, les universités de Rennes et de Nice participent au projet avec la société Bull et que la direction de la recherche militaire « *a lancé un appel à tous les chercheurs universitaires* » pour qu'ils participent au développement des logiciels indispensables. *Le Monde* du 26 avril 1988 écrit que la machine Marisis de la DGA et Bull est en cours d'essais et donne une liste de 21 super-ordinateurs installés en France, dont 18 Cray, parmi lesquels cinq machines dans les centres du CEA, une à l'ONERA, une au centre de calcul scientifique de l'armement à Rennes et une à l'Aérospatiale (SNIAS), ce qui relativise probablement l'intérêt de Marisis.

7. Vers les étoiles

Quant au CNES qu'a présidé M. Lions, il est instructif d'examiner les circonstances politiques dans lesquelles il fut créé à la fin de 1961.

Il faut d'abord observer qu'à la fin de la guerre, on ne perd pas plus de temps en France qu'ailleurs pour exploiter dans tous les domaines, à petite échelle évidemment, les techniques nazies [87] ; les techniques n'ont pas d'odeur. Propulsion à réaction (avions et engins), aérodynamique, guidage inertiel, moteurs de chars, détonique, radar, électronique, étude de l'ionosphère en liaison avec la propagation des ondes radio, et fort probablement guerre chimique, domaine dans lequel on découvre les alléchants produits, Tabun, Sarin et Soman, auxquels le général Arnold a fait allusion. Plus de six mille techniciens allemands de tous les niveaux sont recrutés qui, pour la plupart, rentreront chez eux dans les années 1950. A la fin de 1946, dans le domaine qui concerne le futur CNES, on a déjà créé en France une *Société civile d'études de la propulsion par réaction* (SCEPR) – elle deviendra plus tard la *Société européenne de propulsion* (SEP) qui travaille pour les missiles et

[87] Sur le sujet, voir l'exposé assez détaillé de Gérard Bossuat sur la période 1945-1963 au colloque *Histoire de l'armement en France 1914-1962* (Centre des hautes études de l'armement/Addim, 1994), ceux de François Bedeaux (blindés) et Jacques Villain (de la Société européenne de propulsion) dans les actes du colloque *La France face aux problèmes d'armement 1945-1950* (Bruxelles, éd. Complexe, 1996), les *Mémoires sans concessions* d'Yves Rocard, l'exposé de Dominique Pestre dans Maurice Vaïsse, dir., *L'essort de la politique spatiale française dans le contexte international* (Gordon & Breach/Archives contemporaines, 1998, 123 p.). L'exposé de Villain est dédié : « *En hommage à Helmut Habermann, Heinz Bringer, au D*[r] *Otto Müllier et à leurs compagnons de Peenemünde qui sont venus servir la France. Mais aussi, à la mémoire des 30 000 déportés du camp de Dora qui ont perdu la vie en produisant des V2.* »

Ariane –, un *Laboratoire de recherches balistiques et aérodynamiques* (LRBA) à Vernon, et l'ONERA, « *lieu de perdition pour les crédits publics* » durant ses premières années [88]. Des spécialistes allemands fort éminents des tanks – Maybach pour les moteurs et la Zahnrad Fabrik pour les transmissions –, dont les usines du lac de Constance ont été détruites, viennent en France pour y construire en une dizaine d'années un tank de 50 tonnes très supérieur aux derniers blindés allemands de la guerre, voire même aux tanks américains et anglais contemporains ; il est évidemment trop cher mais sa technologie se retrouvera dans les AMX 30, diffusés notamment au Moyen-Orient et qui terminent actuellement leur existence. Deux douzaines de spécialistes apportent la technique du guidage inertiel à la SFENA, *Société française d'équipements pour la navigation aérienne*, sous un autre nom au début. L'ONERA récupère environ 75 Allemands grâce à von Karman, chargé de ratisser la technique nazie pour le compte de l'aviation américaine et ami de Joseph Pérès – le patron de Germain et Malavard, l'ONERA obtient une soufflerie hypersonique allemande qu'on déplace à Modane. Une centaine d'autres Allemands entrent à la SNECMA et y développent le moteur ATAR des premiers Mystères à réaction de Dassault. Plus d'une centaine de collaborateurs de Werner von Braun travaillent à Vernon, ou pour Vernon dans la zone d'occupation française ; l'un d'eux, Heinz Bringer, sera le père du moteur Viking équipant les deux premiers étages du lanceur Ariane. Dès 1946-1947, le LRBA étudie des fusées capables d'emporter des charges de 500 à 1 000 kg à des distances de 1 400 à 2 250 km ou même plus ; on y renonce en 1948, probablement parce qu'on ne dispose pas encore de l'explosif qui en justifierait le coût, et l'on s'oriente vers des fusées-sondes inspirées des V-2.

---

[88] Jacques Aben, *La France face aux problèmes d'armement 1945-1950*, p. 90.

Outre ces très considérables apports allemands initiaux, une coopération internationale plus générale dans le domaine militaire se développe [89] dans les années 1950. Pendant toute la période antérieure à 1962, la France a de très ambitieux et fort coûteux programmes militaires mais gaspille dans des guerres coloniales toutes perdues d'énormes ressources qu'il eût mieux valu déployer contre les hordes soviétiques : cela n'aurait rien changé à la situation en Europe et aurait sauvé des centaines de milliers de vies humaines avec le même résultat final pour l'Empire français. On s'efforce donc d'obtenir l'aide de l'Amérique et des Européens dans les domaines militaires : « *char moyen, véhicule blindé aérotransportable, avions de transport, de chasse et de bombardement, missiles de toute portée, radars, écoutes sous-marines* », nous dit Soutou (p. 140). On voit même les ministres de la défense français, allemand et italien signer en novembre 1957 un protocole prévoyant une coopération dans « *les applications militaires de l'énergie nucléaire* », protocole justifié par des doutes injustifiés sur la garantie nucléaire américaine [90] et par le désir des Allemands de

---

[89] George-Henri Soutou, *L'alliance incertaine. Les rapports politico-stratégiques franco-allemands*, *1954-1996* (éd. Fayard, 1996) et surtout les actes du colloque de septembre 1997 sur *La IV République face aux problèmes d'armement, 1950-1958* (éd. Addim, 1998).

[90] On croit en France dès 1955 (bombe H soviétique) que l'URSS va dépasser les USA et que ceux-ci renonceront aux « représailles massives » ; en juillet 1960, de Gaulle croit que l'URSS sera très supérieure aux USA dès 1961 en matière de missiles (Soutou, pp. 119 et 155). Il est de fait que l'équipe Kennedy remplace la stratégie Eisenhower des représailles massives instantanées par une stratégie plus « graduée », mais de là à laisser les Soviétiques envahir l'Europe s'ils en ont envie ! En fait, la fonction réelle de ces doutes était fort probablement de justifier la politique nucléaire française, jugée indispensable à l'accession au rang de « grande puissance », comme le montrent certaines réactions ridicules de Mendès-France après les négociations de Genève ayant mis fin à la guerre d'Indochine, ou de Guy Mollet après le fiasco de Suez : qu'auraient-ils obtenu de plus avec des armes nucléaires ? C'est la puissance économique globale qui fait le poids international d'un pays, et à l'époque en question celle de la France était fort réduite. Ce ne sont pas les missiles soviétiques qui ont forcé les Anglais à « trahir » la France à Suez, c'est la fureur d'Eisenhower devant la stupidité d'une entreprise risquant d'embraser tout le Moyen-Orient, accompagnée de la vente massive de livres

participer aux décisions d'emploi des armes tactiques (jusqu'à 100 KT…) qu'ils voudraient, à choisir, faire exploser le plus à l'Est que possible ; ce protocole, qui va beaucoup trop loin, ne sera pas adopté par le gouvernement français et la question sera réglée lorsqu'en 1958 les Américains confieront aux Allemands des armes tactiques sous double clé. On tente aussi, sans plus de succès, de faire participer l'Allemagne et l'Italie au financement de l'usine de Pierrelatte [91], laquelle absorbera quelque six fois le coût initialement prévu. Sous de Gaulle, qui cherche d'abord une aide américaine mais y renonce pour des motifs d'indépendance nationale (Soutou, pp. 132-136) – de Gaulle refuse évidemment les armes à double clé –, on voit à nouveau, entre 1960 et 1962, un plan Fouchet grâce auquel :

> « En matière militaire, une convergence de moyens (financiers, scientifiques, industriels, humains) pourrait permettre de constituter, sous l'égide de la France, un puissant ensemble européen de dissuasion qui relèverait l'instrument américain dont l'emploi n'est pas assuré. » (cité par Soutou, p. 156)

Ce plan échoue aussi en raison de l'insistance trop visible de de Gaulle à réduire au minimum, voire à annuler, le rôle des Américains : les Allemands et Italiens ne veulent pas s'en passer même s'ils aspirent, eux aussi, à une certaine indépendance. Ces imbroglios diplomatiques, dans lesquels Soutou est héréditairement aussi à l'aise qu'un poisson dans l'eau – son père a dirigé la section Europe au Quai d'Orsay et

---

sterling par la Banque fédérale et Wall Street, opération dont les armes atomiques britanniques n'ont pas suffi à dissuader les auteurs…

[91] On croit à l'époque en France que l'uranium 235 est indispensable à la bombe H ; il y a même vers 1954 des militaires pour croire que le plutonium est « *rigoureusement inutilisable pour des explosifs* » (*L'aventure de la bombe,* p. 79) ; ils n'avaient pas lu le célèbre rapport Smyth d'août 1945, pourtant traduit.

le fils est un historien maximum –, sont trop complexes pour être résumés en quelques lignes [92].

L'arrivée des gaullistes au pouvoir à la suite d'un putsch de colonels colonialistes qu'ils ont encouragé en sous-main puis récupéré sous la menace d'une intervention de parachutistes à Paris – il n'y a là rien que de très naturel, on fait cela couramment dans toutes les vraies démocraties – a des conséquences énormes pour la politique française en matière scientifique et technique ; comme l'écrit Dominique Pestre [93] :

> « Le rôle principal de de Gaulle est d'adapter les moyens aux espérances, les réalités aux rêves – de faire *de facto* de la science [et de la technologie, et des industries "de pointe"] une priorité financière et de placer le militaire au centre du tableau. »

Dès juin 1958, le mathématicien Pierre Lelong, nommé conseiller scientifique de l'Elysée, des scientifiques comme le mathématicien André Lichnérowicz ou le biologiste Jacques Monod et des industriels comme Maurice Ponte, normalien et président de la CSF, qui militaient déjà en ce sens depuis le gouvernement Mendès-France de 1954, procurèrent aux gaullistes les idées dont ils manquaient pour rénover et réorganiser la recherche scientifique et technique et l'université, principalement son secteur scientifique. On crée dès 1958 un *Comité interministériel de la recherche* conseillé par un comité (CCRST) de douze « Sages » majoritairement universitaires au début, mais les polytechniciens des beaux quartiers [94], du

[92] Le livre à paraître de Maurice Vaïsse, *La grandeur. Politique étrangère du général de Gaulle 1958-1969,* fournira sûrement d'autres informations sur ces questions.

[93] Dans Michel Atten (dir.), *Histoire, recherche, télécommunications* (CNET, DIF'POP, 1996), très intéressant colloque sur l'histoire du CNET avant 1965. J'utilise dans ce qui suit l'exposé détaillé de G. Ramunni sur la politique scientifique gaulliste dans *De Gaulle en son siècle* (vol. III, éd. Plon, 1992).

[94] En 1971 : Paris XVIe arr., Paris XVIIe arr., Garches, Le Vésinet, Neuilly et Neuilly ; en 1973 : Paris XVIIe arr., Garches, Neuilly, Neuilly et Neuilly. Si la concentration des polytechniciens dans les quartiers et banlieues chics de l'ouest de Paris relevait du hasard – 350 à Neuilly en 1973 –, on serait obligé de croire au démon de Maxwell.

secteur public ou privé, en fourniront ensuite environ la moitié des membres ; MM. Lions et Dautray y entreront en 1971. La liaison entre le CCRST et les ministres est assurée par Pierre Piganiol, chimiste de l'École normale passé en 1947 chez Saint-Gobain ; il devient en 1959 le chef d'une *Délégation générale à la recherche scientifique et technique* (DGRST) civile englobant le CCRST. Le rôle principal de celle-ci est d'élaborer chaque année une « enveloppe-recherche » couvrant les budgets de toute la recherche (à quelques petites exceptions près : CEA, télécommunications et armée) et d'organiser des « actions concertées » financées sur un fonds spécial et visant à promouvoir la R&D dans des secteurs choisis ; la biologie et la médecine ne sont pas oubliées et les militaires participent aux commissions qui les intéressent, électronique par exemple. Tout cela sera à l'origine de nombreuses structures scientifiques nouvelles ou rénovées (INSERM, INRA, IRIA, Océanographie, réforme du CNRS, relations avec l'université, etc.). C'est l'âge d'or de la « science française » – on construit à Paris, place Jussieu, l'un des chefs d'œuvre de l'architecture universitaire mondiale – jusqu'à ce que le poids des grands programmes, nucléaire, espace, Concorde, informatique, oblige à des arbitrages à partir de 1965, comme le note Lelong dans *De Gaulle en son siècle* (p. 728).

Au début de 1960, Lelong, influencé par des entretiens avec Ponte et l'attaché scientifique de l'ambassade américaine, s'inquiète – *how strange !* – de l'absence d'une recherche militaire sérieuse et conseille une liaison organique avec la recherche civile en suggérant, pour commencer, que les militaires mettent sur pied un fichier des laboratoires ; c'est là un type d'activité dans lequel ils disposent, comme la Police, d'une compétence supérieure. En avril 1961, à l'occasion d'une réorganisation du ministère des Armées, on crée la *Délégation ministérielle à l'armement* (DMA) qui coiffe tout, CEA mis à part, et devient immédiatement l'organe central du

complexe militaro-industriel français [95], ainsi qu'une *Direction des recherches et moyens d'essais* (DRME, aujourd'hui DRET) dont la vocation embrasse toutes les techniques militaires et les sciences connexes, ce qui « *scelle la victoire définitive du modèle américain de développement scientifique en France* » [96] comme le dit Pestre (même référence). Organisant, comme le CCRST et la DGRST, des réunions sur des problèmes scientifiques et/ou techniques d'avenir et distribuant des contrats aux chercheurs et à l'industrie, la DRME est dirigée par des civils : Lucien Malavard, mentionné plus haut, et Pierre Aigrain, déjà au CCRST. (La DRET qui lui succède est maintenant dirigée par des ingénieurs de l'armement).

Faisons un détour vers la carrière d'Aigrain ; elle constitue, ici encore, un cas extrême mais par là même extrêmement clair de ce que l'on n'avait jamais vu avant la guerre en France ou ailleurs. D'abord élève à l'École navale, Aigrain est envoyé aux USA pour y apprendre à piloter ; lui trouvant des réflexes intellectuels trop rapides pour ce métier (Yves Rocard, *Mémoires*, p. 150), les Américains l'envoient suivre les cours de physique des solides du Carnegie Institute of Technology. Il y rencontre un jeune normalien, Claude Dugas, qui avait accompagné Rocard en 1945 dans ses explorations allemandes et qui, ayant traduit Frederick Seitz, *Solid State*

95 Voir par exemple Edward A. Kolodziej, *Making and Marketing Arms. The French Experience…* (Princeton University Press, 1987), le brûlot de Pierre Marion (X, 1939), *Le pouvoir sans visage* (éd. Calmann-Levy, 1990), Christian Schmidt, *Penser la guerre, penser l'économie* (éd. Odile Jacob, 1991), et Vincent Nouzille et Alexandra Schwartzbrod, *L'acrobate : Jean-Luc Lagardère ou les armes du pouvoir* (éd. du Seuil, 1998), sur Matra, très journalistique.

96 A un détail près : aux États-Unis l'examen des budgets des organisations gouvernementales donne lieu dans tous les domaines, y compris militaires, à de longues et nombreuses auditions d'experts, de technocrates et de dirigeants politiques et à de volumineux comptes-rendus *verbatim* (*modulo* censure des secrets militaires importants) et publics ; avec la constitution gaulliste de loin la plus anti-parlementaire de tout le monde occidental, les citoyens français n'ont en pratique aucun autre moyen de savoir ce qui se passe que les bribes d'information que publie la presse…

Physics, avait été invité aux USA par l'auteur. Aigrain et Dugas rentrent en France en 1948 où le premier est d'abord assistant au Collège de France puis ingénieur au CEA jusqu'en 1952. Ils installent chez Rocard, à l'Ecole normale, le premier groupe français compétent en physique des solides ; il se développera considérablement en recrutant quantité de normaliens. Dugas passe dès 1952 à la compagnie CSF, spécialisée à l'époque dans les radars, les tubes hyperfréquences et la télévision (procédé SECAM) ; le président de celle-ci, Maurice Ponte, ancien camarade de Rocard à l'Ecole normale, trouvant trop chers les brevets des Bell Labs sur les transistors, charge Dugas d'y fonder un laboratoire pour les développer [97]. Aigrain, lui, devient maître de conférences à Lille en attendant une chaire à Paris (1958), assure ensuite la direction scientifique de la DRME [98] en 1961-1965 comme on l'a dit, dirige l'Enseignement supérieur (1965-1967) puis la DGRST (1968-1973) et passe quatre ans (1974-1978) comme directeur général technique à la CSF, devenue filiale de Thomson (matériels grand public et armements terrestres). On lui confie en 1978 le secrétariat d'État à la Recherche scientifique, il se retrouve ensuite à nouveau directeur général technique de la Thomson-CSF (1981-1983) que le gouvernement socialiste vient de

[97] Rocard, pp. 150-156. Inventés en 1947 par trois physiciens des Bell Labs qui se partagèrent un prix Nobel et destinés, dans l'esprit des dirigeants de AT&T, à se substituer à terme aux tubes dans le réseau téléphonique de la compagnie, les transistors intéressent d'abord les militaires : dans le civil, on ne jette pas à la mer un investissement colossal pour exploiter immédiatement une découverte scientifique. Le gouvernement américain, percevant rapidement l'importance potentielle de celle-ci et étant, engagé dans une procédure anti-trust contre AT&T, renonça à celle-ci en imposant entre autres conditions aux Bell Labs de vendre leurs brevets à un prix raisonnable (25 000 dollars). Les Bell Labs organisèrent en 1952-1953 des « écoles d'été » pour enseigner la nouvelle technique aux acheteurs. Le fondateur de Sony acheta les brevets pour en faire des radios portables, idée qui, à l'époque, provoqua l'hilarité des experts.

[98] Pour Schwartz, p. 327 de ses mémoires, M. Aigrain n'est qu'un « *futur ministre et physicien très réputé* », description d'autant plus remarquable qu'à l'époque, 1964, du voyage manqué d'Aigrain à Moscou que mentionne Schwartz, il était à la DRME.

nationaliser[99] puis conseiller scientifique du président de celle-ci (1983-1992) ; il était encore récemment président du conseil d'administration de l'IRIA. La Thomson-CSF, qui emploie de nombreux anciens élèves de l'Ecole navale en raison de ses liaisons traditionnelles avec la Marine (radio et radar), est actuellement la sixième entreprise mondiale de l'armement et devrait passer de la seconde à la première place mondiale en électronique militaire grâce à sa reprivatisation accompagnée de fusions avec les branches correspondantes de Dassault et de l'Aérospatiale ; elle profite de pratiquement tous les programmes d'armement puisqu'ils comportent toujours une très forte part d'électronique. En 1983, les marchés militaires, pour 60 % à l'exportation, représentaient 70 % de son chiffre d'affaires (Kolodziej, p. 204) ; en 1984, elle emporte, avec Matra et le *Groupement industriel des armements terrestres* (GIAT), un contrat de 35 milliards de francs pour installer un système mobile de défense aérienne à basse altitude de l'Arabie Saoudite (*Le Monde*, 17 janvier 1984), pays à la pointe du progrès où l'on protège la vie des femmes en leur interdisant la conduite automobile, entre autres détails. Son système RITA de télécommunications mobiles pour l'armée française est adopté par l'armée américaine. Grâce à la cession de ses divisions civiles de télécommunications et de radiologie médicale, le chiffre d'affaires est à 94 % militaire en 1987, l'abondante trésorerie de la maison lui permettant de se lancer dans la finance (*Le Monde*, 10 avril 1988) avec les risques afférents à ce type d'activité. Il y aurait beaucoup à dire sur cette entreprise qui commence à intéresser des historiens et dont l'influence sur la recherche, y compris universitaire, a été et reste considérable.

[99] La perspective de cette nationalisation inquiète d'abord les dirigeants de l'Arabie Saoudite : craignant une victoire de la gauche aux élections de 1977, le groupe Thomson avait fait entrer de « hauts dignitaires » du royaume dans le capital de la CSF afin de faire obstacle à une éventuelle nationalisation. Les Saoudiens furent rassurés en constatant en 1981 que les nouveaux ministres socialistes les plus « à gauche » étaient aussi les plus pro-arabes (*Le Monde*, 14 juin 1981).

Pour en revenir aux missiles, on en est avant l'arrivée de Charles de Gaulle à des projets déjà sérieux : un missile nucléaire tactique national puis un engin d'une portée de 1 500 miles avec une tête nucléaire américaine, destiné *a priori* à l'OTAN. Le président de la SEPR réorganisée, un ingénieur général de l'armement, va aux USA se renseigner sur les nouvelles fusées à poudre Polaris des premiers sous-marins nucléaires américains et, en septembre 1959, on crée la *Société pour l'étude et la réalisation d'engins balistiques* (SEREB), bureau d'études chargé d'organiser avec l'industrie le développement de cette technique et employant des ingénieurs de l'armement fort compétents. On espère une aide américaine, mais les USA n'accepteraient que de livrer des Polaris sous « double clé » ; les Anglais les acceptent mais évidemment pas de Gaulle et, après le premier essai atomique en février 1960, on s'oriente vers la création de la « force de frappe » nationale que le Général désire de toute façon depuis le début. Selon un exposé de Dominique Pestre, c'est principalement un conflit entre le LRBA, chargé de développer rapidement un missile opérationnel à propulsion liquide [100] de 3 000 km de portée, et la SEREB qui poursuit son programme, qui conduit à la création de la DMA, chargée de piloter ce projet majeur. En 1970, on créera la SNIAS (maintenant Aérospatiale) qui, mis à part Dassault (avions de combat), la SNECMA (moteurs), la SEP (propulseurs) et quelques entreprises moins importantes (Matra, SAGEM, etc.), absorbera tout le secteur industriel –

---

[100] Inconvénient : le missile doit demeurer plusieurs heures sur son pas de tir pendant qu'on le charge en carburant, ce qui donne à l'aviation ou aux missiles ennemis le temps de le détruire. Les missiles à poudre du Plateau d'Albion sont enterrés dans des silos et prêts à partir en quelques minutes s'ils ne sont pas préalablement détruits. Comme l'a remarqué un jour François Mitterrand avec une profonde perspicacité, une attaque sur le Plateau d'Albion « *signerait l'agression* ». Il est de fait qu'à raison de deux explosions de quelques centaines de kilotonnes pour chacun des dix huit silos à détruire, elle aurait pour la Provence et au delà quelques conséquences sur lesquelles il serait difficile de fermer les yeux.

avions de transport civils et militaires, missiles, hélicoptères, engins, etc. – et la SEREB.

En dehors du nucléaire militaire, sujet trop sensible, la coopération européenne et particulièrement avec l'Allemagne, autorisée à s'armer (sauf dans le nucléaire) depuis 1954, demeure néanmoins un objectif prioritaire pour de Gaulle :

> « L'Europe, ça sert à quoi ? Ça doit servir à ne se laisser dominer ni par les Américains, ni par les Russes. A six, nous devrions pouvoir arriver à faire aussi bien que chacun des deux super-grands. Et si la France s'arrange pour être la première des six, ce qui est à notre portée, elle pourra manier ce levier d'Archimède. Elle pourra entraîner les autres. L'Europe, c'est le moyen pour la France de redevenir ce qu'elle a cessé d'être depuis Waterloo : la première au monde. » [101]

C'est dans cette atmosphère de militarisation de la technologie, de nationalisme à couper au couteau et de triomphalisme prématuré caractéristique du régime gaulliste que le CNES est créé en décembre 1961 pour organiser la recherche spatiale et la coopération européenne dans ce domaine [102] ; en fait, le CCRST avait créé dès janvier 1959 un Comité Espace qui souligne dès le début le caractère très multidisciplinaire de la recherche spatiale et son intérêt politique (prestige international et défense, comme aux USA et en URSS) ; il avait suscité à l'Elysée un si vif intérêt que son contrôle, notamment celui de son budget qui devient rapidement considérable, échappera à ses créateurs désabusés,

---

101 Alain Peyrefitte, *C'était de Gaulle* (éd. Fayard, 1994), p. 158 ou Soutou, p. 131. Celui-ci voit dans cette extravagante déclaration privée d'août 1962 le « *concept de base* » de de Gaulle jusqu'en 1969, mais l'idée que la France pourrait être la première *en Europe* grâce à une coopération avec l'Allemagne, qui permettrait en même temps de contrôler celle-ci, fait partie du folklore politique français tout au long de l'après-guerre; le général de Gaulle n'était pas le seul à ne pas s'être consolé de Waterloo et autres succès. Les Allemands, eux, ont eu beaucoup de mal à se consoler de Iéna et de 1918. Ces pulsions nationalistes seraient comiques si elles avaient fait moins de victimes dans le passé.

102 Détails dans Vaïsse, *L'essor de la politique spatiale française*…

dont « l'enveloppe-recherche » se rétrécit à nouveau. A la différence du CEA, le rôle du CNES est avant tout de coordonner et de servir de maître d'œuvre à des programmes réalisés ailleurs – expériences scientifiques, lanceurs, satellites, etc. Le caractère civil théorique du CNES n'est pas apparent dans le choix de la personne, le général Aubinière, qui l'anime pendant une dizaine d'années ; de toute façon, les ingénieurs et les techniques sont, et pour cause, largement d'origine militaire.

> « le programme de recherches spatiales civiles n'est… en réalité que la partie supérieure d'un iceberg dont les neuf dixièmes sont immergés dans les programmes militaires gérés par la DMA. » [103]

Le directeur scientifique et l'un des principaux initiateurs en est Jacques Blamont ; le développement des satellites est dirigé par un physicien normalien, Jean-Pierre Causse, qui vient de passer sept ans aux États-Unis chez Schlumberger après avoir été, à l'Observatoire de Paris, élève de P. Lallemand, spécialiste de photoélectricité infrarouge – technique, et ce n'est pas la seule, qui intéresse au moins autant les militaires que les astrophysiciens.

La SEREB construit entre 1960 et 1967 des petites séries de fusées Agathe, Topaze…, Emeraude à deux étages et on lance en décembre 1961 un programme Diamant de fusées à trois étages dérivées de l'Emeraude. En mars 1963, le CNES recommande le lancement le plus tôt possible d'un satellite dont le succès, pense-t-on, embellirait grandement l'image de la science auprès du public ; certains mauvais esprits du CCRST objectent que la recherche médicale serait au moins aussi efficace de ce point de vue, nous dit Ramunni. Financé par le CNES et la DMA et utilisant les fusées Diamant, le

[103] Robert Gilpin, *La science et l'État en France* (éd. Gallimard 1970. p. 227), traduit de *France in the Age of the Scientific State* (Princeton University Press, 1968), par un politologue américain qui présente le premier tableau d'ensemble du sujet.

projet aboutit à une dizaine de satellites scientifiques [104] de 80 à 150 kg entre 1965 et 1975. En mai 1963, on lance la SEREB dans un programme beaucoup plus important, les missiles sol-sol et mer-sol de la force de frappe ; ils seront mis en service à partir de 1971, avec des propulseurs à poudre et, au début, des centrales inertielles Kearfoot dont le State Department n'apprécie pas l'exportation ; la SAGEM achète la licence.

Le CNES se lance rapidement dans des programmes civils européens qui conduisent à de très sérieux déboires : aucune fusée [105] ne fonctionne et les Britanniques se retirent pratiquement du projet à défaut d'avoir pu se retirer du Concorde comme ils le souhaitaient en 1965… On décide alors de lancer le programme Ariane européen, et principalement franco-allemand, que tout le monde connaît. Grâce au levier d'Archimède de la coopération européenne, Ariane redonnera vingt ans plus tard à la France la place – la première au monde – qu'elle a perdue depuis Waterloo dans le domaine limité des engins à réaction (Congreve), mais c'est principalement dû au fait que l'Amérique a fait l'erreur de trop miser sur sa navette spatiale et au désintérêt de son public pour l'espace depuis vingt ans. Comme elle attribue quand même des sommes astronomiques (18 milliards de dollars) à des programmes militaires ayant de très importants points communs avec tous

---

[104] « Si le grand public a vu dans cette opération "Diamant" que la France devenait la troisième puissance spatiale, le général de Gaulle a apprécié dans les quatre lancements successifs réussis en quinze mois la maturité de notre industrie balistique et la crédibilité que ce succès apportait à la force de dissuasion. » Jacques Chevallier, directeur de la DAM du CEA, dans *L'aventure de la bombe. De Gaulle et la dissuasion nucléaire, 1958-1959* (éd. Plon, 1985, p. 139). Ce volume présente les souvenirs – plus ou moins fiables ? – d'un certain nombre d'anciens participants, ingénieurs et politiques. Le lancement du premier satellite donne l'occasion au ministre des Armées, Pierre Messmer, de déclarer qu'il « n'y aurait pas eu de Diamant s'il n'y avait pas eu de programme militaire d'engins » ; *Le Monde*, 19 février 1966.

[105] Elles dérivent du *Blue Streak* militaire britannique, missile à carburant liquide (donc périmé aussitôt déployé…) lui-même dérivé des Atlas américains. Le missile britannique constitue le premier étage de la fusée Europa, les second et troisième étant fabriqués par l'Allemagne et la France, un satellite par l'Italie, etc.

les programmes civils, et 12 milliards à la NASA civile, alors que le budget européen total de l'espace est d'environ cinq milliards (chiffres de 1990), comme les Russes et même les Chinois sont encore capables de produire des fusées et comme les Japonais s'adjugent la première place dans le marché potentiellement encore plus important des stations au sol, sans parler de l'électronique embarquée, l'avenir n'est peut-être pas aussi brillant qu'on le souhaiterait [106].

En 1973, en même temps qu'on lance Ariane, on nomme au CNES un directeur adjoint chargé de se tenir au courant de toutes ses activités militairement utilisables [107] et la direction des lanceurs passe à un ingénieur de l'armement, Yves Sillard ; il a construit et dirigé le centre de Kourou en Guyanne depuis 1966 et sera directeur général du CNES en 1976 ; plus tard, à la tête de la DMA, M. Sillard, au congrès Science et Défense de 1990, demandera aux scientifiques de « *préparer les armes de 2010 ou 2020* » – ceci au moment où il devient clair que la « menace » soviétique est en train de s'effondrer et où tout le monde ignore ce qui la remplacera (Lybie ? Irak ? Lichtenstein ?). On note aussi très tôt une collaboration avec l'URSS et les USA dans le domaine des expériences scientifiques : J. Blamont se distingue suffisamment sur ce terrain pour recevoir la plus haute distinction de la NASA et faire partie du célèbre Jet Propulsion Lab du CalTech [108].

---

106 Voir l'intéressante contribution de Marc Giget, *Enjeux économiques et industriels,* au rapport Loridant sur les orientations de la politique spatiale française et européenne (Assemblée nationale, annexe au procès-verbal de la séance du 18 décembre 1991). La valeur de la production spatiale civile française passe de moins de deux milliards en 1980 à quatorze en 1990, dont 50 % de R&D à financement essentiellement public ; Giget, p. 41. La prépondérance française dans ce programme (et dans d'autres) est assurée par une contribution financière supérieure à celles de ses autres partenaires et par le fait que le CNES est le maître d'oeuvre des aspects techniques du programme.

107 *Le Monde*, 6 mars 1973.

108 Voir Jacques Blamont, *Vénus dévoilée* (éd. Odile Jacob, 1987), sur la coopération franco-soviétique dans l'exploration spatiale. Lorsque *Le Monde* du 15 février 1981 demande à M. Blamont pourquoi explorer les planètes, celui-ci fournit deux

A l'heure actuelle, le CNES reste seul en mesure de lancer les satellites militaires français que d'aucuns réclamaient depuis longtemps. En 1977, le CNES lance le programme SPOT de satellites d'observation de la Terre, projet national auquel les Européens ont, au moins provisoirement, refusé de s'associer et qui, en dépit de son caractère civil, intéresse les militaires puisqu'ils n'ont encore rien d'équivalent [109]. Ceux-ci lancent en 1978 un programme Syracuse de télécommunications militaires qui utilisera à partir de 1984 les satellites civils Telecom I ; un système de seconde génération, Syracuse-2 et un projet Helios pour l'observation sont lancés à partir de 1984, tout cela devant utiliser les fusées Ariane ; en 1992, date à laquelle le premier Helios prévu n'est pas encore en orbite, on parle d'un Helios-2, d'un Helios-3 manœuvrable pour 2008-2010, d'un Osiris d'observation radar pour 2002 et d'un Zenon d'écoute électronique [110] ; c'est avec les dix à trente ans de retard canoniques, la panoplie américaine qui nous a fait défaut lors de la guerre froide – sans inconvénient majeur – et de la guerre du Golfe [111] où, pourtant, les images

raisons : 1° « *Pourquoi y aller ? Je répondrai parce que c'est là* », argument classique des alpinistes et des don Juan, 2° dans cent ans, « *l'industrie sera essentiellement biologique… cette activité sera infiniment plus dangereuse* » que le nucléaire et on l'évacuera « *hors des frontières* », de sorte que « *la priorité numéro un dans le développement historique de l'homme, c'est l'exploration de Mars.* » On a envie d'ajouter le CQFD final qui manque à une aussi convaincante démonstration.

[109] *Le Monde*, 30 septembre 1977.

[110] *Le Monde* des 31 octobre 1991 et 26 juin 1992, ou rapport Boucheron sur la loi de programmation militaire 1992-1994.

[111] Jacques Blamont la réclame aussi : « *L'effondrement de l'empire soviétique a rompu l'équilibre idéologique, politique, économique et militaire qui maintenait la paix* [nota : lorsque "l'empire" était encore en vie on disait qu'il la "menaçait"]. *Aujourd'hui nous sommes en état de guerre potentielle. Des conflits éclatent et éclateront un peu partout, et surtout à la périphérie de… l'Europe. La menace est devenue multiforme, démultipliée par la prolifération balistique et nucléaire diffuse qui brouille les oppositions habituelles Est-Ouest, Nord-Sud… L'Europe… a besoin de créer des moyens spatiaux efficaces afin de posséder les systèmes de renseignement, de communication, d'écoute, de météorologie, de guidage et de navigation que la défense moderne exige du point de vue à la fois stratégique et tactique… Il faudra célébrer un mariage à égalité entre des personnels d'origine soit civile, soit militaire.* » Jacques Blamont, "Vers de nouvelles frontières", *Le Monde*, 23 juin 1993.

du satellite civil SPOT ont rendu quelques services même aux Américains. Elle arrivera après la bataille mais occupera les ingénieurs de la DGA, du CNES, de Thomson, Alcatel, Matra, Aérospatiale, Dassault et autres SAGEM.

En 1986, au cours d'un colloque sur l'espace et la défense présidé par Michel Debré, le premier ministre super-patriotique du général de Gaulle qui réclamait des satellites militaires depuis 1973, M. Lions rappelle que :

> « C'est après avoir acquis les compétences pour réaliser des grands programmes civils comme Ariane ou le satellite d'observation SPOT que l'on envisage aujourd'hui de réaliser des satellites militaires basés sur ces techniques. »

Ce qui suppose qu'on ne l'envisageait pas dès le début, et que :

> « Les satellites de géodésie spatiale, mis au point pour mesurer la forme de notre globe [112]… permettent d'envisager pour un futur proche des relevés d'une précision de l'ordre du centimètre. Il est clair qu'une telle possibilité apparaît précieuse pour nos systèmes de défense. » [113]

Mais on aimerait en savoir davantage sur ce dernier point compte tenu de la précision annoncée. Le fait que *Le Figaro* se soit borné à extraire ces deux passages d'un discours qui abordait probablement d'autres sujets est significatif. La situation des satellites militaires se clarifie par la suite : en février 1993, on attribue au CNES la responsabilité des programmes et études, financés par le ministère de la défense à raison de plusieurs milliards par an ; le CNES, qui voit ainsi son budget fortement augmenter, passe alors sous la triple

---

[112] Afin de localiser avec précision les objectifs militaires (silos de missiles, aérodromes, centres de commandement, etc.) et non pour permettre aux géophysiciens de s'amuser, même s'ils en ont profité. On peut représenter numériquement la forme du globe en développant la fonction « altitude par rapport à la sphère terrestre idéale » en série de fonctions spéciales très simples, analogues aux séries de Fourier et déjà connues de Legendre.

[113] *Le Figaro,* 26 mai 1986.

tutelle des ministères de la recherche, de l'industrie et de la défense (*Le Monde* des 28 février, 10 mars et 15 avril 1993) en attendant sans doute, comme presque toujours dans ce pays, une nouvelle réorganisation.

On dispose d'autre part d'innombrables livres et articles montrant l'impulsion donnée par les organismes militaires allemands, américains et soviétiques (et français, quoique à une échelle évidemment plus réduite) aux missiles et satellites [114], sans parler du reste. Comme un connaisseur, André Danzin, l'a écrit :

> « On voit mal comment aéronautique, électronique, informatique et télécommunications auraient pu naître et croître sans les torrents d'argent consacrés aux armements et à l'espace. » [115]

---

114 Voir McDougall, *The Heavens and the Earth. A Political History of the Space Age* (Basic Books, 1985), exposé général très documenté et fort lisible de la période antérieure à 1970, Michael J. Neufeld, *The Rocket and the Reich. Peenemünde and the Coming of the Ballistic Missile Era* (Harvard University Press, 1996), le dernier chapitre de Blamont, *Le chiffre et le songe,* écrit avant le livre de Neufeld mais qui fournit un bon résumé des activités allemandes, et David H. DeVorkin, *Science with a Vengeance. How the Military Created the US Space Sciences After World War II* (Springer-New York, 1992), sujet que M. Blamont ne traite pas bien qu'il soit depuis longtemps l'un des principaux experts mondiaux des *space sciences*. Le livre d'Alain Dupas, *La lutte pour l'espace* (éd. Seuil, 1977), reste utile. *L'Age des satellites* (éd. Hachette, 1997), du même auteur, présente en style grand public quelques informations historiques et célèbre les merveilleuses applications passées ou futures des satellites. Sur l'histoire des satellites militaires américains, voir par exemple William E. Burrows, *Deep Black. Space Espionage and National Security* (Random House, 1986) et Paul Stares, *The Militarization of Space. U.S. Policy, 1945-84* (Cornell University Press, 1985) sur les armes anti-satellites.

115 *Le Monde* du 28 février 1979, et voir mes trois articles "Aux sources du modèle scientifique américain", *La Pensée,* n°201, 203, 204, 1978-1979 ; M. Danzin aurait pu ajouter le nucléaire civil et d'autres technologies à sa liste.

Ce genre de déclaration revient à dire que, sans la guerre froide, l'économie de marché dont on nous vante les capacités innovantes n'aurait pas produit ces technologies. Au surplus, la guerre froide est une conséquence directe de la révolution de 1917 – l'Amérique ne reconnaît le régime soviétique qu'en 1933 – et de l'invasion de l'URSS qui, en permettant à l'URSS de dominer en retour l'Europe

En fait, l'espace est issu tout autant de la défense, et d'abord de celle des Nazis comme Jacques Blamont l'écrit sans fard :

> « L'inoubliable débarquement [sur la Lune] marque le sommet du XXe siècle, et il restera le symbole du triomphe de la science dans ce qu'elle a de plus sublime. C'est pourtant un fait que seul le crime allemand le rendit possible. »

« De plus sublime » parce que :

> « Le facteur principal du progrès scientifique n'est pas seulement l'appétit de connaître. Bien que les hommes vivent et meurent dans la confusion, l'homme est une force qui va : *quelque chose dans sa nature l'entraîne vers les étoiles.* » (souligné dans le texte)

Cela n'inquiète aucunement M. Blamont, qui ne se fait pourtant aucune illusion sur ce qu'il appelle « *la créature la plus laide, la plus sale et la plus méchante de ce côté-ci de la Galaxie* », une créature qui aurait précisément comme destin de s'échapper de la Terre même si « *une volonté qui le dépasse exige de l'homme des sacrifices humains* » [116].

Indépendamment de ces considérations que les adorateurs aztèques du Soleil auraient plus facilement comprises que la plupart de nos contemporains adultes – lorsqu'en 1979 on interroge le public américain sur son choix des priorités scientifiques, il place la médecine en premier et l'exploration des planètes en treizième position (*Science Indicators*, 1980), les sondages ultérieurs n'étant pas plus favorables –, on peut effectivement douter qu'en l'absence de la guerre et de la

---

de l'Est jusqu'à Berlin et au-delà, a transformé un péril idéologique en « menace militaire ». On pourrait donc prétendre que c'est à Lénine, Hitler, Staline et à l'anticommunisme viscéral des Américains, beaucoup plus qu'à l'économie de marché, que l'on doit les actuelles merveilles de la technique.

116 *Le chiffre et le songe,* pp. 895, 9, 896. Je trouve dans un article du même, "Un petit effort en faveur du sublime" (*Le Monde*, 30 décembre 1972) une remarque hérétique : le budget de la force de dissuasion ou même celui des anciens combattants suffirait à financer un projet Apollo national. Même les Soviétiques ont décidé qu'arriver les seconds sur la Lune ne présentait aucun intérêt…

course aux armements, une entreprise privée ou publique aurait eu l'idée de se lancer dans l'espace « civil » ; le programme aurait à tout le moins des décennies de retard [117]. L'intérêt, notamment politique, des satellites civils de communication, de météorologie, etc. a certes été perçu dès les années 1960, notamment par les grands trusts américains (Tel-star, Comsat, Intelsat pour les communications) ; en 1962, le vice-président des États-Unis, Lyndon B. Johnson, qui après le Spoutnik de 1957 a mené au Sénat l'offensive pour les missiles et l'espace afin de discréditer les Républicains au pouvoir, déclare par exemple ceci :

> « Des progrès dans le domaine de la transmission rapide de données permettront d'envoyer, en l'espace de deux semaines, l'ensemble du contenu de la bibliothèque du Congrès, chaque page de chaque livre qu'elle contient, n'importe où dans le monde. Ce qui signifie que les étudiants et les chercheurs des nouvelles nations d'Afrique et d'Asie n'auront plus à pleurer pour obtenir chez eux des bibliothèques ou autres sources documentaires. En une poignée de secondes, ils auront accès au plus gigantesque fonds de connaissance de la planète. » [118]

---

117 Edmund Beard, *Developing the ICBM. A Study in Bureaucratic Politics* (Cornell University Press. 1976), p. 206, indique qu'aux USA les engagements de dépenses dans le secteur des missiles entre 1946 et 1960 s'élèvent à 36 milliards de dollars courants (soit au moins 200 milliards actuels), dont 13,6 pour les missiles sol-sol à portée intermédiaire ou intercontinentale et quelques milliards pour les missiles à poudre Polaris. La R&D, à l'exclusion de la production encore très limitée à cette époque, représente au moins le tiers du total. Voir aussi Stephen I. Schwartz, *Atomic Audit* (Brookings, 1998), chap. 2, très détaillé.
Ceci dit, il y avait déjà bien avant 1939 aux États-Unis, en URSS et ailleurs des ingénieurs qui tentaient de construire de petites fusées (voir McDougall) ; on peut toujours imaginer que, dans un XXe siècle en paix, leurs projets auraient fini par être pris au sérieux – mais à quelle date ?

118 Cité par Vernon Van Dyke, *Pride and Power. The Rationale of the Space Program* (University of Illinois Press, 1964), p. 112, qui se demande quand cette manne céleste sera, pour commencer, disponible dans son Iowa ; noter l'analogie entre la déclaration délirante de Johnson et la propagande actuelle en faveur d'Internet.
Exercice : en supposant que la Library of Congress possède dix millions de livres comportant en moyenne un million de caractères, calculer en bits par seconde la vitesse de transmission nécessaire à l'opération ; il faudrait aussi, au préalable

Mais l'intérêt militaire des satellites d'observation et de télécommunications a été perçu bien avant, dès 1945 (Werner von Braun) et 1946 (Rand Corporation) pour les premiers ; les militaires américains les utilisent à partir de 1960 et ont depuis longtemps leur propre réseau mondial. Au surplus, aux USA et en URSS, il fallait, pour lancer les satellites, utiliser les premiers missiles militaires (Thor, Atlas et Titan aux USA) développés dans les années 1950 ; on utilise encore leurs descendants directs, l'explosion d'un Titan-4 ayant fait perdre à la CIA un satellite de 800 millions de dollars et un missile de 200 millions *(International Herald* Tribune, 5 août 1993) : et le budget militaire américain de l'espace est de plus en plus énorme comme on l'a dit. Tout cela, y compris la Lune, relevait donc beaucoup plus d'un *technological anticommunism* [119] américain (ou anti-capitalisme soviétique) que de l'aspiration faustienne de Jacques Blamont à expédier ses infortunés

numériser les dix millions de volumes. Le livre de Van Dyke et ceux de John Logsdon, *The Decision to Go to the Moon* (University of Chicago Press, 1976) et Robert A. Divine, *The Sputnik Challenge* (Oxford University Press, 1993), sont des mines de citations et commentaires sur les buts et motivations du programme spatial américain. On ne dispose pas encore d'une littérature aussi sérieuse sur les activités soviétiques.

[119] McDougall, p. 344, attribue cette expression à Stanley Hoffman, politologue de Harvard bien connu en France. Logsdon, *The Decision…*, cite p. 118 le témoignage de Jerome Wiesner, futur président du MIT et principal conseiller scientifique de Kennedy, qui explique pourquoi les scientifiques furent à peine consultés sur le projet Apollo : « *Il ne s'agissait pas d'un conflit entre questions scientifiques et questions non scientifiques ; il s'agissait de l'utilisation de moyens technologiques à des fins politiques* », le problème étant, après le Spoutnik et le vol de Gagarine, de trouver un projet encore plus spectaculaire – on pense au dessalement de l'eau de mer – qui donnerait aux USA une bonne chance de battre les Soviétiques dans la course au prestige. Wiesner précise que le comité scientifique conseillant Kennedy (le PSAC) « *n'accepterait jamais une telle dépense sur la base d'arguments scientifiques* » parce que l'intérêt scientifique d'un vol habité vers la Lune était beaucoup trop faible. En fait, le PSAC estimait en mars 1958 qu'une expédition vers la Lune coûterait environ deux milliards de dollars – voir le rapport général sur l'espace dans les mémoires de James R. Killian, Jr., *Sputnik, Scientists, and. Eisenhower* (MIT Press, 1977), appendice 4, par le conseiller scientifique d'Eisenhower et président du MIT à l'époque – mais cette estimation fut rapidement remplacée par des chiffres plus réalistes, le total final étant d'environ quarante milliards.

descendants vers les étoiles ou, pire encore, vers les trous noirs. Les scientifiques devraient lire les politologues ; la recherche spatiale n'est pas seulement une entreprise de la communauté scientifique internationale pour obtenir des « torrents d'argent » à l'usage de ses chères études [120]…

Enfin, le développement des missiles et donc de l'espace supposait non seulement les V-2 mais aussi et plus encore les armes nucléaires : gaspiller un engin d'au moins trente millions de dollars de 1960 pour expédier une tonne de TNT à 8 000 kilomètres avec une erreur de 2 km à l'arrivée eût été ridicule [121]. L'opération devenait rentable parce que le missile transportait une arme de quelques millions de dollars rasant tout dans un rayon de plusieurs km. Les satellites d'observation, de leur côté, sont nés avant tout pour repérer et surveiller les bombardiers et missiles adverses ; le problème était particulièrement urgent dans l'Amérique du Spoutnik puisque les propagateurs du *missile gap* – militaires, CIA, journalistes « bien informés », politiciens de l'opposition démocrate, etc. – prévoyaient en 1958 jusqu'à cinq cents missiles soviétiques en 1960 et mille en 1961 (d'où sans doute les « prévisions » françaises notées plus haut) ; dans la réalité, il y en eut au grand maximum trente cinq en 1960, voire même seulement quatre selon des auteurs bien placés pour le savoir [122]. Les satellites américains, après les avions U-2,

---

120 Comme M. Blamont, les gens du PSAC, en 1958, placent en première ligne des justifications de la course à l'espace « *le besoin impérieux de l'homme d'explorer et de découvrir, l'élan de curiosité qui pousse les hommes à essayer d'aller là où personne n'est allé auparavant* » (ensuite : défense, prestige national et progrès scientifique). La technique de propagande consiste à attribuer à l'espèce humaine des aspirations qui, en réalité, ne concernent qu'une infime fraction de celle-ci.

121 Ce qui n'empêche pas l'équipe von Braun d'avoir étudié en 1944-1945 un projet de « missile transatlantique » de ce genre. Voir l'article d'Emma Rothschild sur "l'économie de la dissuasion" dans Jean-Jacques Salomon (dir.) *Science, guerre et paix*, éd. Economica, 1989, notamment p. 109, où l'on trouvera des articles se rapportant directement aux problèmes évoqués ici.

122 John Prados, *The Soviet Estimate* (Princeton University Press, 1986), pp. 79 (ou Divine, p. 173) pour les prédictions et p. 187 pour la réalité. Après le Spoutnik,

contribuèrent donc à discréditer les prévisions alarmistes de ceux qui voyaient déjà l'URSS se lancer dans un Pearl-Harbor atomique : ce fut leur contribution positive. Ils ont aussi servi à repérer quelques dizaines de milliers d'objectifs potentiels en URSS (et vice-versa) ; c'est leur autre face, avec le guidage des avions et missiles de croisière grâce au Global Positional System (GPS) qui permet aux bombardiers « furtifs » B-2 de se repérer à dix mètres près (et aux civils à cent mètres près).

J'ai dit au début de cet ouvrage censé parler de mathématiques que ce qui distingue les mathématiciens des physiciens, c'est le désir de précision absolue des premiers ; les militaires le partagent depuis longtemps même s'ils ne sont pas encore tout à fait capables de faire entrer un missile de croisière dans la salle de bains de Saddam Hussein à l'instant précis où celui-ci prend une douche.

Khrouchtchev, au courant des craintes américaines grâce à un espion bien placé, en rajoutait en se vantant de produire des missiles à la chaîne « comme des saucisses ». Le résultat de cette ingénieuse politique – on en a vu d'autres exemples aussi brillants des deux côtés – est que les Américains possèdent déjà 454 missiles intercontinentaux en 1963 et 834 en 1964, que les Soviétiques n'en ont que 91 en 1963, pour la plupart des SS-6 de type 1957, de fiabilité médiocre et très vulnérables car à carburant liquide, que les Américains les ont repérés grâce à leurs satellites, ce que les Soviétiques savent. L'ascension américaine cesse en 1967 avec 1 054 engins (les militaires en avaient demandé trois à dix fois plus), les Soviétiques s'en donnant 1527 en 1972. Mais comme on place ensuite sur les missiles trois, six ou quatorze têtes nucléaires, ces chiffres ne reflètent pas la réalité ultérieure.

8. Mathématiques appliquées et armes nucléaires

Il y a quelques années, Jean-Louis Lions a dirigé avec Robert Dautray la rédaction d'un grand traité d'*Analyse mathématique et calcul numérique pour les sciences et les techniques* [123] auquel la plupart des mathématiciens appliqués français ont coopéré ; on peut y apprendre, y compris en mathématiques « pures », des masses de mathématiques utilisables dans toutes sortes de domaines généralement non précisés. La carrière de M. Dautray est beaucoup plus instructive que celle de M. Lions.

Prévenons d'abord le lecteur que, si l'on n'est pas du sérail, ce qui est mon cas, on s'aventure sur un terrain fort mal éclairé. Dans l'enquête d'André Harris et Alain de Sédouy, *Juifs et Français* (éd. Grasset, 1979), un neveu de M. Dautray, major de l'X comme son oncle, attribue à celui-ci l'idée :

> « S'il y a bien quelqu'un en France qui doit savoir faire une bombe A, c'est un juif. » (p. 233)

Énoncé ambigu qui demanderait quelques éclaircissements quant aux cibles éventuelles. Il remarque aussi :

> « M. Dautray ne tient pas de conférences de presse comme Oppenheimer. » (p. 235).

Le fait qu'après 1945 Oppenheimer s'exprimait en public et, fréquemment pour le public, prouve principalement son sens de la responsabilité à l'égard de ses concitoyens. Oppenheimer était un vrai scientifique ayant fait son

[123] Aux éd. Masson, 2 000 pages environ ; éd. Springer pour l'édition anglaise.

éducation dans un milieu international parfaitement ouvert et influencé par la culture et les problèmes politiques de l'époque – crise du capitalisme, guerre d'Espagne, socialisme, nazisme, etc. Ses « conférences de presse » – dépositions publiques au Congrès, livres et articles, déclarations à son « procès » qui, sans être toutes à son avantage, n'en sont pas moins révélatrices –, tout cela constitue une source irremplaçable pour les historiens. Plût au Ciel que M. Dautray ait suivi son exemple au lieu de se borner, en bon polytechnicien, à dialoguer avec le pouvoir dans des commissions d'où rien ne filtre.

Fils de juifs polonais réfugiés en France avant 1939, M. Dautray [124] est sauvé par de braves paysans du Centre lorsque ses parents sont déportés à Auschwitz. Entré aux Arts et Métiers où on lui conseille de viser plus haut, il entre en 1949 à Polytechnique et en sort premier. Il débute au CEA en 1955, année où l'on crée en secret, d'abord sous un nom anodin, la *Division des applications militaires* (DAM) avec laquelle un seul physicien connu, Yves Rocard, accepte à l'époque de collaborer ; celui-ci n'est pas un spécialiste mais a été membre pendant la guerre des services secrets du général de Gaulle (BCRA), comme l'administrateur général du CEA, Pierre Guillaumat, et un colonel Albert Buchalet qui passe du commandement d'une unité de parachutistes en Algérie (!) à celui de la DAM et fera une fort belle carrière dans l'industrie nucléaire après l'explosion atomique de 1960. Sans faire

124 Dautray n'est pas son nom véritable. Voir ce qu'en dit Alain Peyrefitte, *Le mal français* (éd. Plon, 1976), au chapitre des *Cerveaux d'État,* expression parfaitement justifiée mais dont M. Peyrefitte sait aussi bien que moi que, dans notre jeunesse commune à l'Ecole normale, elle était considérée comme passablement péjorative. Le colloque en hommage à M. Dautray sur *Les grands systèmes des sciences et de la technologie* (éd. Masson, 1983), « coordonné » par Jules Horowitz (X-Mines, au CEA de 1946 à sa mort récente) et J.-L. Lions, commence par une « biographie » de M. Dautray par Horowitz dans laquelle, conformément aux lois du genre, on n'apprend strictement rien. Voir un autre éclairage sur cette « *énigme entretenue par la rumeur vis-à-vis de laquelle il est totalement sourd* » dans l'article du biologiste Pierre Douzou au colloque.

initialement partie de la DAM, M. Dautray participe pendant une dizaine d'années à la construction du réacteur Pégase destiné à tester les éléments combustibles de la défunte filière graphite-gaz française, aux études sur le prototype de réacteur pour sous-marins [125], à la régulation de l'usine (Pierrelatte) de séparation isotopique de l'uranium pour l'armement – plusieurs milliers de compresseurs à synchroniser, mais il nous dit dans le colloque Lions cité plus loin qu'il suffit de savoir en synchroniser quelques dizaines puisque le problème mathématique est linéaire – et à la réalisation du réacteur de recherche franco-allemand de Grenoble permettant de produire des flux intenses de neutrons.

M. Dautray est nommé directeur scientifique à la DAM en 1967 et de celle-ci en 1971, puis de tout le CEA en 1991 pour, finalement, en devenir en 1993 le haut-commissaire en remplacement de M. Teillac, ce qui en fait le personnage n°1 bis ou n°2 du CEA ; le n°1, l'administrateur général, représente directement le gouvernement et, de nos jours, provient naturellement de l'Ecole nationale d'administration. Sa notice dans le *Who's Who* de 1996, qui ne mentionne pas son rôle à la DAM, nous dit que, comme Lions, il conseille diverses organisations : le CNES, EdF, Renault, l'Institut français du pétrole, l'ONERA, l'IRIA (et même Los Alamos [126]). Il s'est aussi occupé des plasmas à haute température, *id est* de la fusion nucléaire contrôlée par confinement magnétique ou par confinement inertiel (laser Phébus de Limeil, le plus puissant d'Europe), domaine dont les Soviétiques et les Français du CEA commencent à

---

[125] Comme les piles américaines de la guerre, la filière graphite-gaz présentait le double avantage de fonctionner à l'uranium naturel et de produire beaucoup de plutonium. Le premier prototype de réacteur pour sous-marins, basé sur ce système, dut être abandonné en raison de son encombrement prohibitif et fut remplacé par un réacteur de type PWR, filière inventée pour les sous-marins nucléaires américains. La filière civile graphite-gaz a ensuite été abandonnée sous la pression de l'EdF, qui a préféré comme tout le monde le système PWR de Westinghouse.

[126] *Le Monde*, 13 mars 1991.

s'occuper au début des années 1960 avant même les Américains, semble-t-il, et dont j'ignore ce qui sortira [127] ; s'il s'agit de produire de l'énergie civile, ce n'est pas encore pour demain. On construit actuellement dans le sud-ouest de la France une énorme installation de 240 faisceaux lasers et, à Vaujours, un accélérateur à rayons X destinés, eux aussi, à la simulation des explosions thermonucléaires ; le problème mobilise certainement des modélisateurs mathématiques, informaticiens et experts en *supercomputers* puisque les essais sont devenus diplomatiquement, quasi impossibles. Ce projet de 16 milliards de Francs [128] a donné lieu à un accord « secret » de coopération avec les Américains, qui ont déjà une installation analogue à Livermore et disposent de beaucoup plus de données expérimentales que les Français ; L'*International Herald Tribune* du 18 juin 1996 qui le révèle nous dit aussi que des échanges de ce genre entre la France et les USA ont eu lieu depuis le début des années 1970, notamment pour la mise au point des missiles à têtes multiples et, depuis 1985, pour assurer la sécurité et la fiabilité des armes stockées, lesquelles peuvent se détériorer en vieillissant. Ces relations franco-américaines ont déjà fait l'objet de quelques articles américains et français plus sérieux mais qui ne sont guère d'accord sur les faits, ce qui n'est pas surprenant.

---

[127] Le décret n°80-247 du 3 avril 1980 (*Journal officiel* du 6 avril) soumet les recherches et publications dans ce domaine à une autorisation préalable du secrétariat général de la défense nationale et à un comité de contrôle présidé par le SGDN et comportant des représentants des ministères de la défense, des universités et de l'industrie. Dans un article sur *Les fournaises du laser Phébus* (*Le Monde*, 25 février 1987), qui ne mentionne pas M. Dautray, on fait dire à M. Roger Baieras, actuel directeur de la DAM, que l'objectif de Phébus est de « *s'approcher, par des expériences, de la réalité de certains phénomènes élémentaires pour confronter ensuite les enseignements recueillis avec les modèles développés par les physiciens gui travaillent sur les armes* ». Jacques Chevallier, *L'aventure de la bombe*, p. 131, confirme que dès le début des années 1960, on avait pour objectif « *de futures applications à la physique des armes thermonucléaires* ».

[128] *Le Monde*, 30 janvier 1996.

Le principal objectif du projet est de mettre au point vers 2015 une nouvelle tête nucléaire durcie [129] et plus « furtive » pour les sous-marins, mais aussi, pour la DAM, de « *préserver les compétences des physiciens* » de celle-ci [130]. Cet argument, fréquemment invoqué dans le secteur militaire depuis la fin de la guerre froide, explique l'invraisemblable série d'innovations sorties des laboratoires des deux camps. On ne peut en effet pas entretenir des équipes dans un bon laboratoire d'armement (ou de biologie moléculaire) sans qu'il en sorte constamment des innovations ; aux USA, on explique même que celles-ci sont nécessaires pour maintenir le « moral » des techniciens, ce que tout scientifique peut comprendre :

> « Le personnel du BSD [Ballistic Systems Division de l'Air Force] était composé d'ingénieurs constamment à l'affût de nouvelles technologies et de nouveaux modèles pour améliorer leurs produits. Leur moral et leur satisfaction personnelle reposent sur des innovations continuelles. » [131]

On n'arrêtera pas le développement des armements sans d'abord dissoudre ces laboratoires spécialisés ; vaste programme, certes. Hubert Curien, physicien qui a présidé le CNES et beaucoup d'autres-choses, m'a répondu un jour qu'à ce compte il faudrait aussi dissoudre tous les laboratoires scientifiques. Mais une découverte scientifique – la nitroglycérine, le phosgène, le bacille de l'anthrax, la fission et la fusion nucléaires, le laser – ne s'est jamais transformée en une arme sans passer par l'intermédiaire de laboratoires publics ou privés spécialisés dans l'armement et employant des quantités d'ingénieurs sans états d'âme dont le moral, la satisfaction personnelle et la carrière reposent sur des

---

129 Les défenses anti-missiles utilisent des explosions nucléaires en altitude, lesquelles dégagent des masses de rayonnements fort nuisibles et notamment des neutrons contre lesquels il faut protéger les armes transportées.

130 *Le Monde* du 27 avril 1996.

131 Ted Greenwood, *Making the MIRV : A Study of Defense Policy Making* (Ballinger, 1975), p. 19. Les MIRV sont les missiles à têtes multiples guidées indépendamment.

innovations continuelles. Ce sont ces institutions qui transforment le progrès scientifique ou technique en progrès militaire ; les scientifiques qui coopèrent ne pourraient rien sans elles.

M. Dautray a enseigné à l'Ecole polytechnique sans pour autant figurer dans les mémoires de Schwartz – c'est pourtant un académicien – et à l'Ecole nationale des techniques nucléaires ; il a écrit un livre de *Méthodes probabilistes pour la physique* (éd. Eyrolles, 1989) et, avec Jean-Pierre Watteau, un traité sur *La fusion thermonucléaire inertielle par laser* (éd. Eyrolles, 1993). Sa notice dans le *Who's Who* mentionne aussi *Cinquante ans de nucléaire*, publié par l'Académie des sciences, exposé historique fort schématique de l'évolution des techniques du nucléaire… civil.

Ce qui a rendu obscurément célèbre M. Dautray, c'est le rôle qu'Alain Peyrefitte, dans *Le mal français* (éd. Plon, 1976), lui a attribué dans le développement de la bombe H. Les maigres « informations » dont on dispose à ce sujet dans le domaine public sont fort loin de concorder.

Si l'on en croit M. Peyrefitte, en 1966-1967, les chercheurs du CEA qui travaillaient sur la bombe « *étaient devenus des fonctionnaires… carrière garantie, chasses gardées, situations acquises* » ; les ingénieurs de l'armement manquaient « *de la formation de chercheur et de la tournure d'esprit nécessaires pour réussir* » – voyez les mémoires de Schwartz – et « *les grands choix de recherches étaient décidés, non en raison d'une meilleure connaissance de la physique, mais comme si "le plus ancien dans le grade le plus élevé" devait être le plus savant.* »

Pendant que ces chercheurs avancent péniblement vers la solution, M. Peyrefitte, soumis aux pressions du Général, cherche désespérément « *l'homme de synthèse… le cerveau neuf… l'intelligence vierge* » qui pourrait tout dénouer ; mais l'auteur de *Rue d'Ulm*, où l'on célèbre les normaliens célèbres à

l'exception des scientifiques, « *connaît un peu l'histoire des science*s » et, tout en reconnaissant qu'il ne comprend rien aux sciences elles-mêmes, sait que :

> « La plupart des découvertes ont été faites, non par des spécialistes enfermés dans leur spécialité, mais par des intelligences fraîches, aptes à regarder par-dessus le mur du voisin et à prendre leurs distances par rapport aux idées prédominantes. »

On imagine les réactions des polytechniciens aux intelligences défraîchies lorsqu'ils liront ces commentaires en 1976. Ses conseillers scientifiques lui présentent finalement Robert Dautray, « *un cerveau exceptionnellement doué, qui* [pourrait] *assimiler rapidement toutes les disciplines nécessaires à la synthèse.* » Celui-ci est nommé directeur scientifique à la DAM en 1967 par M. Peyrefitte, il se met à l'ouvrage :

> « Une combinaison de phénomènes physiques, dans la panoplie de ceux qui pouvaient être envisagés, lui parut la bonne […] en quelques semaines, la synthèse était élaborée, les études à approfondir défîmes et lancées, tous les efforts concentrés sur ce procédé. »

L'article [132] explose en août 1968 et procure au général de Gaulle « *l'une de ses dernières joies* » ; on a celles que l'on mérite et Mai 68 avait été moins drôle pour lui.

Yves Rocard, dans ses *Mémoires sans concessions* mais non sans regrettables lacunes, critique lui aussi (pp. 265-266) les « *structures hiérarchiques* » et mentionne un jeune ingénieur qui aurait eu une « *illumination* » mais auquel ses chefs n'auraient

132 « *Vous pouvez être sûr que toute puissance qui met la main sur le secret essaiera de faire l'article* [the article] *et cela touche à l'existence de la société humaine. Cette affaire est sans rapport avec tout ce qui existe dans le monde, et je ne pourrais pas penser à participer à une quelconque divulgation à des tiers ou à des quatrièmes parties à l'heure actuelle…* », à savoir l'URSS ou la France. Winston Churchill à Anthony Eden, 25 mars 1945 (Sherwin, *A World Destroyed*, p. 108). Churchill ignore qu'un an plus tard la loi MacMahon interdira même aux Britanniques, jusqu'en 1958 dans leur cas, de recevoir une quelconque aide américaine sur le plan atomique militaire.

pas donné accès à l'ordinateur nécessaire. Selon Rocard, les échecs cessèrent lorsqu'on chargea du projet le physicien Jacques Yvon, de l'Ecole normale comme lui, ayant conçu toutes les piles du CEA et qui « *bouscula la hiérarchie qui s'était révélée incapable.* » Sans citer aucun autre nom, Rocard évoque des carrières brisées et, comme toujours sybillin, ajoute :

> « Il est à craindre que d'autres, plus malins, plus souples, mais peut-être aussi plus instruits, en aient profité pour grimper plus haut. Il reste grandement choquant qu'on ne connaisse même pas le nom de l'auteur réel de la bombe H de la France. »

Ce qui suppose l'existence et l'unicité de celui-ci. Rocard évoque aussi la publication, sous le pseudonyme de Gigi, d'un petit livre intitulé *La bombe H, c'est moi* et dénonçant des dénis de justice ; il fut rapidement retiré de la circulation.

La version Peyrefitte – grâce à laquelle, comme l'écrira bêtement le *Figaro* [133], M. Dautray est devenu le Teller et le Sakharov français qui a découvert en quelques mois le secret de la bombe H française – est peu crédible. Pour découvrir le « secret » en question, il a fallu à Teller, fanatique du sujet et physicien pour le moins honorablement doué, neuf ans (1942-1951) de réflexions menant d'abord à des impasses : il en a fallu sept (1947-1954) aux Soviétiques [134], dont largement quatre de concentration totale à Sakharov et autres (1950-1954), et autant aux Britanniques pendant les années 1950. L'exploit supposé de M. Dautray peut donc passer pour transcendental. Au surplus, seconde querelle de priorité, la version Peyrefitte et

---

133 *Le Figaro*, 5 octobre 1993. Journal auquel M. Peyrefitte collabore régulièrement depuis longtemps. L'article, reproduit dans le livre de Billaud mentionné plus bas, nous dit aussi que M. Dautray est tellement préoccupé par sa sûreté personnelle qu'il a fait retirer sa notice du *Who's Who* (elle est réapparue depuis), qu'il s'est laissé pousser une moustache et s'est fait *couleur de muraille,* ce qui ne l'empêche pas de paraître dans des colloques fort publics.

134 Voir David Holloway, *Stalin and the Bomb*, Yale University Press, 1994, notamment le ch. 14. Noter que la fusion a été découverte en laboratoire en 1934 (Rutherford, Oliphant et Harteck) et que, quelques années plus tard, Hans Bethe l'utilisait pour expliquer l'énergie du Soleil.

l'article du *Figaro* ont provoqué une violente réaction de l'un des co-auteurs de la bombe H française [135].

A partir de 1960 environ, nous dit Billaud (X, 1939), la DAM comporte trois sections : fission (bombe A), fusion (bombe H) et, bien sûr, mathématiques appliquées. Pendant plusieurs années, on s'y occupe beaucoup plus des armes atomiques que de la bombe H : de Gaulle veut disposer d'armes opérationnelles avant sa sortie de l'OTAN (1966) puisqu'autrement il ferait pitié [136]. En 1965, les ingénieurs de la DAM n'ont encore qu'une idée très floue de la bombe H ; les calculs, très lourds, difficiles à exploiter et demandant beaucoup de main d'œuvre [137], sont décevants et l'on croit

---

135 Pierre Billaud, *La véridique histoire de la bombe H française* (éd. La Pensée Universelle, 1994), très mince opuscule de très petit format publié à compte d'auteur et épuisé. Je vais résumer sa thèse en lui en laissant la pleine responsabilité.

136 La stratégie française repose sur l'hypothèse que, dans le cas d'une attaque soviétique classique en Europe, les Américains hésiteraient à attaquer directement l'URSS ou même à utiliser immédiatement leurs armes nucléaires tactiques sur le terrain. Les Français se serviraient alors des leurs pour transformer la guerre en conflit nucléaire ; c'est la théorie du « détonateur », mentionnée par exemple dans Frédéric Bozo, *La France et l'OTAN* (éd. IFRI/Masson, 1991, pp. 81, 103, 143, 154), dans Soutou ou dans Alain Peyrefitte, *De Gaulle m'a dit* (éd. Fayard, 1997) où de Gaulle, en 1964, parle d'une « *force de déclenchement et d'entraînement* » et de *starter* plutôt que de détonateur (p. 49). Il n'est pas surprenant que les Américains, ne désirant pas se laisser entraîner malgré eux, montraient peu de goût pour les armes françaises. De Gaulle dit aussi (Peyrefitte, p. 64) que, dans sept ou huit ans, la France sera en mesure de tuer 80 millions de Soviétiques et que cela suffira à « dissuader » les Soviétiques – tout au moins s'ils croient de Gaulle ou ses successeurs capables d'assumer les conséquences d'une pareille folie, notamment au cas où les Soviétiques se borneraient à une guerre classique.

137 Les calculs d'Ulam et Teller ont été effectués sur des machines comptables ou de bureau, voire même à la règle à calcul, et sur l'ENIAC de 1945 ; l'ordinateur de von Neumann est intervenu un an après la percée. Les calculs soviétiques, « *menés au moyen de méthodes numériques, par des groupes mathématiques spéciaux et secrets de certains instituts de recherche de Moscou* » (Sakharov, *Mémoires*, p. 178), « *d'abord effectués au moyen de machines arithmétiques standard, devinrent une des principales applications des ordinateurs* » ; dirigés par Mstislav Keldych (p. 194), plus tard président de l'Académie des sciences de Moscou et mathématicien appliqué fort connu à l'époque, ils occupèrent une équipe de l'université de Moscou dirigée par I. M. Gelfand (p. 210). La DAM du CEA disposait à l'époque d'un ordinateur Stretch (IBM) qui,

qu'il faut utiliser de l'uranium 235 dans l'amorce atomique. On ne sait comment interpréter les informations dont on dispose sur les engins américains, boites noires fermées à clé : on sait seulement ce qui se passe lorsqu'on appuie sur les boutons (voir plus loin).

Après la première bombe A chinoise de 1964, le Général de Gaulle commence à s'impatienter et, à la DAM, un conflit avec le responsable des mathématiques appliquées qui a une idée et demande tous les moyens (le « jeune ingénieur » que mentionne Rocard ?) conduit à son remplacement par un normalien, Luc Dagens. On reprend tout à zéro à l'automne de 1965. Billaud trouve à la fin de l'année une « *idée importante* » dont il ne précise pas la nature [138], mais on n'y croit pas et Billaud y renonce pour le moment. En janvier 1966, de Gaulle et Peyrefitte visitent le CEA ; Billaud, chef de la fusion, leur explique très prudemment qu'il espère expérimenter en 1967 ou 1968 et obtenir une arme opérationnelle quatre ans après. Le Général, qui ne peut attendre, « *demande des têtes* ». Billaud accepte de livrer la sienne un peu plus tard tout en restant conseiller de la division ; cela vaudra au programme, dit-il, un an de retard. En juillet 1966, Jacques Yvon, dont Robert Dautray est l'un des collaborateurs, est nommé délégué à la DAM du Haut Commissaire à l'énergie atomique. On organise des réunions avec quelques scientifiques extérieurs à la DAM, mais ces Messieurs sont très occupés nous dit Billaud, qui l'est aussi.

Dagens propose alors une autre mystérieuse méthode qui ne saurait être la bonne en raison de son rendement très réduit. Billaud reprend ses idées à la fin de 1966 et, après « *trois mois*

---

sans être au niveau des Control Data 6600, était néanmoins beaucoup plus puissant que la machine de von Neumann.

[138] Les Français ont une tendance comique à maintenir secrètes des informations que, dans beaucoup de cas, on trouve dans la littérature américaine. La technologie proprement dite reste évidemment secrète, mais les idées de base sont connues depuis longtemps. Voir la note suivante.

de travail à seize heures par jour, sept jours par semaine », produit un volumineux rapport préconisant à nouveau la sienne. On en reconnaît l'intérêt mais non celui des schémas techniques qu'il propose pour la mettre en œuvre. Entre alors en scène un autre acteur, Michel Carayol (X, 1954), qui trouve à son tour au début de 1967 une nouvelle idée sur laquelle, pour une fois, Billaud nous fournit quelque lueur :

> « Laisser "suinter" d'un engin à fission… les rayons X thermiques dans une cavité en forme de doigt de gant avec un étage récepteur à son extrémité. »

Étage contenant évidemment les produits à fusionner ; cela commence à ressembler aux idées qu'Ulam, Teller, Zeldovitch et Sakharov ont découvertes largement quinze ans plus tôt [139]. On ne croit guère non plus aux idées de Carayol. Mais un nouveau directeur de la fusion, Jean Viard (X, 1946), organise en septembre 1967 un séminaire dans un centre plus calme, Valduc, d'où sort un projet combinant les idées de Billaud, Carayol et Dagens ; cette fois, cela « *semble marcher tout seul* » et l'on réalise effectivement, en août 1968, deux essais dont les puissances, 2,7 et 1,2 MT, sont, dit Billaud, conformes aux prévisions. La bombe H chinoise, elle, a explosé en 1967.

Et Dautray ? Billaud ne peut protester – secret militaire – contre la version Peyrefitte lorsqu'elle paraît, mais lorsqu'en

---

139 L'idée que Billaud attribue à Carayol ressemble surtout à l'une de celles de Teller en octobre 1950, avant la percée du printemps 1951 : « *Teller proposed to use the X-radiation to convey energy through a pipe – a radiation channel – to a small capsule of DT* [deuterium et tritium] *outside the fission system* » (Rhodes, *Dark Sun*, p. 459). La méthode fournit effectivement une énergie de fusion (25 kilotonnes sur les 225 kilotonnes de l'engin expérimenté) mais ne saurait fournir les mégatonnes d'une vraie bombe H. La configuration d'un engin capable de fournir une énergie théoriquement illimitée est beaucoup moins simple ; Rhodes, *Dark Sun*, chapitre 24, décrit la première bombe H (non opérationnelle) américaine ; Graham T. Allison, *Avoiding Nuclear Anarchy,* Appendix B, est plus précis. L'essentiel est déjà dans Howard Morland, *The Secret that Exploded* (Random House, 1982), par un journaliste ayant interrogé des dizaines de physiciens ; le gouvernement américain tenta de le censurer – unique cas dans l'histoire des USA – mais fut lui-même censuré par la Cour Suprême.

1993 *Le Figaro* présente M. Dautray comme le Teller et le Sakharov français en agrémentant cette assertion de commentaires sur les ingénieurs de la DAM qui avaient prétendument échoué, M. Billaud demande une rectification au journal, lequel ne répond pas ; surprenant. Il constate aussi que M. Dautray laisse passer l'article sans davantage réagir qu'au livre de M. Peyrefitte (encore que *Le Figaro* pourrait aussi avoir refusé de publier Dautray…). Il décide alors de publier sa version des faits, dont j'ai appris l'existence par les hasards d'une conversation récente avec un physicien ; on peut la consulter à la Bibliothèque nationale ; malgré l'heure traditionnelle d'attente, c'est plus rapide que de se livrer à de la marche au hasard dans le maquis des lacunaires bibliothèques de la région parisienne [140], institutions que de redoutables cerbères, généralement en jupons, protègent contre les intrus : au moins, à la BN, il suffit d'un titre de « professeur des universités » pour être admis.

M. Billaud, donc, aurait tout appris à M. Dautray en quelques jours à son arrivée à la DAM à une date qu'il ne précise pas – mai 1967 au plus tard. Loin de « faire la synthèse » des idées des trois principaux auteurs – elle aurait été réalisée lors du séminaire de Viard qui se tient, semble-t-il, après l'arrivée de Dautray – ou d'apporter à l'époque une quelconque idée nouvelle, Dautray, selon Billaud, se chargea d'aller rendre compte régulièrement de l'avancement des travaux au Secrétaire d'État successeur de M. Peyrefitte et plus précisément aux deux conseillers scientifiques qu'il avait hérités de celui-ci ; Billaud, c'est l'un des points très faibles de son récit, ne nous dit pas ce qui occupait M. Dautray entre ces visites. Celui-ci eut, selon Billaud, beaucoup de succès au Ministère : il comprend et enregistre tout très vite c'est la moindre des qualités des majors de l'X compte tenu de leur

140 Faisons une exception en faveur de celle de la Fondation nationale des sciences politiques, remarquablement organisée et où l'on trouve notamment presque toute la littérature citée ici. Elle n'est toutefois ni ouverte à tous les publics ni à accès gratuit.

mode de sélection – et possède « *un talent remarquable pour présenter les questions scientifiques à des analphabètes* ». M. Billaud pense que M. Dautray n'aurait cité aucun nom lors de ces comptes-rendus, de sorte qu'on lui aurait attribué d'office la paternité du résultat. Quant au récit du génial politicien qui a découvert le génial major de l'X qui a résolu en quelques semaines l'insurmontable problème de la bombe H, ce ne serait qu'une « *belle affabulation… propre à mettre en valeur la "sûreté d'appréciation" de l'auteur dans des circonstances difficiles* ».

Cette fois, cela ne manque pas de vraisemblance compte tenu du ton général du *Mal Français*. Billaud précise qu'avant d'envoyer son livre à l'impression, Alain Peyrefitte communiqua *in extremis* au CEA ses réflexions sur les « cerveaux d'État », refusa d'en modifier le texte malgré les critiques qu'on lui en fit et se borna à y ajouter des notes qui ont « *plutôt consolidé… la fausseté fondamentale* » de son récit.

Le plaidoyer de Billaud ne permet en aucune façon de connaître les parts respectives des participants dans le projet français : tout y est affirmé ou suggéré sans la moindre preuve ou référence vérifiable, mais la version Peyrefitte, en dépit de l'élégance supérieure de son style – les normaliens littéraires écrivent beaucoup mieux que le polytechnicien moyen, c'est leur métier –, n'est pas mieux documentée. Nous ne savons donc en fait pas vraiment si c'est à Dautray ou à Billaud, Carayol et Dagens – Peyrefitte accorde en tout et pour tout à ces trois « *scientifiques de haut niveau* » une note de cinq demi-lignes à la fin de son livre – que revient l'honneur [141] d'avoir réalisé l'horreur thermonucléaire française. Dans *L'aventure de la bombe*, Jacques Chevallier explique que les ingénieurs ont

[141] Les trois ingénieurs, nous dit Billaud, furent d'abord honorés d'un déjeuner (!) avec Robert Galley, leur ministre de l'époque. Billaud reçut un peu plus tard la cravate de commandeur de la Légion d'Honneur des mains du général de Gaulle, distinction qu'il n'accordait pas à la légère, Carayol et Dagens étant, eux aussi, décorés par la suite. On créa pour Dautray en 1971 le poste de directeur scientifique de la DAM et il reçut le prix Lamb de l'Académie en 1974.

« un peu patiné, en attendant que des scientifiques de haut niveau comme M. Yvon, M. Dautry [sic] s'intéressent au problème. J'ajouterai cependant, pour relativiser ceci, que l'idée décisive pour parvenir à la bombe H a été trouvée par un ingénieur militaire qui était à l'époque détaché à la DAM : M. Carayol. » (p. 161)

[Ajout d'avril 2003 : Au séminaire de Valduc, qui n'avait pas adopté la solution Carayol, M. Dautray se serait borné à prendre d'abondantes notes. Or la Grande-Bretagne avait proposé à de Gaulle en 1963 un échange : secrets thermonucléaires contre entrée au Marché commun. Refusé à l'époque, il est accepté en 1967, et M. Dautray rédige une liste de questions techniques à poser à un expert, Sir William Cook, qui confirma la méthode Carayol. André Bendjebbar, *Histoire secrète de la bombe atomique française* (éd. Le cherche midi éditeur, 2000), dernier chapitre. Cet auteur a aussi écrit une thèse de 600 pages qu'il ne cite pas. NdA.]

Il nous reste donc à attendre la version des historiens – s'ils ont accès aux documents et si ceux-ci ne sont ni tronqués ni truqués [142] – et les futurs *Mémoires sans lacunes* de M. Dautray, à la retraite depuis avril 1998.

Quoi qu'il en soit, il paraît clair qu'à partir de 1967 au plus tard, celui-ci (avec une discrète aide américaine ?) s'occupe intensivement des armes nucléaires : perfectionnements et miniaturisation de la bombe H, bombe à neutrons trois fois moins chère que les autres et non déployée bien que le CEA, l'armée et presque toute la classe politique la réclament

---

142 Dans Alain Beltran et George Henri Soutou (dir.), *Pierre Guillaumat. La passion des grands projets*, éd. Rive Droite, 1995, un journaliste non orthodoxe, Pierre Péan, qui expose les liens de Guillaumat avec les services secrets, rapporte ce que lui déclara celui-ci : « *A chacun son métier. Aux journalistes de faire le leur. A moi de garder le secret sur ce que je fais. Et on a rien fait de mieux que de ne pas parler et de ne pas faire de papiers.* » Cette tactique fort répandue permet aux émules de Guillaumat de reprocher 30 ou 40 ans plus tard aux historiens qui utilisent les archives de ne pas comprendre ce qui s'est réellement passé, comme j'en ai été témoin à diverses reprises. A qui la faute ?

pendant plusieurs années [143] à partir de 1977, armes des missiles à têtes multiples pour les sous-marins, arme nucléaire tactique Pluton de 250 km de portée qui inquiète bien davantage les Allemands que l'Armée rouge, etc.

Pour être objectif, il faudrait ajouter que M. Dautray n'a pas eu que des activités militaires. Il a par exemple récemment dirigé une étude de l'Académie des Sciences sur le réchauffement du climat, sujet d'actualité, par des méthodes informatiques. D'autres ont, il y a une quinzaine d'années, appliqué des méthodes analogues à ce qu'on a appelé l'hiver nucléaire : les conséquences climatiques d'un échange nucléaire massif.

Le sujet a été lancé en 1982 par *Ambio*, revue suédoise d'écologie scientifique et a donné lieu à de nombreuses études dans les années suivantes. L'Académie des sciences de Washington, dans *The Effects on the Atmosphere of a Major Nuclear Exchange* (NAS Press, 1985), a étudié un scenario supposant des explosions d'une puissance totale de 6 500 MT, dont 1 000 sur des cités et autant sur des forêts. Les incendies urbains pourraient produire 150 millions de tonnes de fumées et les incendies de forêts environ 30. Ces fumées, bloquant en

---

143 « *A l'heure où le gouvernement français se prépare à présenter aux Nations unies un plan de désarmement qui serait complet, général, progressif et contrôlé, le soin de ses techniciens à mettre au point – dans le secret de leurs laboratoires – des armes qui procureraient la mort la moins chère a de quoi indigner les plus endurcis* », écrit, dans *Le Monde* du 6 octobre 1977, Jacques Isnard, spécialiste attitré des questions militaires qui n'a pas habitué ses lecteurs à des commentaires de cette nature. La bombe à neutrons (variante de la bombe H minimisant les effets classiques de l'explosion et maximisant le dégagement de neutrons) peut mettre hors de combat en cinq minutes et tuer en quelques heures ou quelques jours les occupants d'un tank ; elle a été inventée vers 1960 par un physicien américain, Samuel Cohen, qui a dû faire campagne pendant vingt ans (y compris en France) avant de la faire adopter par le président Reagan. Les discussions dont elle a été l'objet illustrent à merveille la psychopathologie du nucléaire, par exemple dans Samuel T. Cohen et Marc Genestre, *Echec à la guerre. La bombe à neutrons* (éd. Copernic, 1980). Le dilemme, pour le pouvoir politique, était que la bombe à neutrons est une arme du champ de bataille terrestre alors que la théologie officielle repose sur la dissuasion (« frappes de semonce » suivies d'une attaque anti-cités).

partie les rayons solaires pendant des semaines ou des mois, entraîneraient des chutes de température drastiques (20 à 40 degrés selon certains calculs) sur de vastes régions de l'hémisphère nord, particulièrement en été. Les experts y compris ceux du centre de calcul de l'Académie de Moscou en 1983 et des gens de Livermore utilisant parfois d'autres hypothèses, ne sont évidemment pas parvenus à des conclusions certaines : le problème est trop complexe.

Le caractère catastrophique des conséquences sur le climat, la végétation, les cultures et les hommes d'un événement de cette ampleur ne fait toutefois de doute pour personne : imaginez des tempêtes de neige à Paris au mois de juillet (la mer se refroidit moins vite que les terres émergées, d'où la neige) ou trente degrés au-dessous de la normale sur la majeure partie de la Sibérie et des États-Unis, sans parler des destructions et retombées radioactives. Il est intéressant de noter que ces études ont commencé une vingtaine d'années *après* la période à partir de laquelle le scenario de la NAS est devenu concevable.

9. Ondes de choc en retour

Indépendamment de ces amusantes querelles de priorité qui évoquent, en beaucoup plus ridicule, les rapports entre Ulam et Teller, il peut être utile de fournir au lecteur quelques lueurs sur les armes nucléaires et, pour commencer, sur les premières armes américaines [144] : l'équivalent de 10 à 15 mégatonnes de TNT ; un cratère d'un kilomètre de diamètre bordé par un talus de 50 mètres de hauteur dans le cas d'une explosion au sol, mais en altitude c'est encore spectaculaire ; une boule de feu de cinq à 6 km de diamètre, immobile pendant 15 secondes, dont la température, plusieurs milliers de degrés à la périphérie, suffit à provoquer des brûlures du deuxième ou du troisième degré à 10 ou 15 km de distance selon l'état de l'atmosphère ; une onde de choc qui démolit tout dans le même périmètre suivie d'un appel d'air en retour provoquant des vents de plusieurs centaines de km/h ; enfin des retombées radioactives qui, sous le vent, sont encore

144 J. Carson Mark, "Global consequences of nuclear weaponry", *Annual Rev. of Nucl. Sci.*, 1976, vol. 26, par un expert de Los Alamos ; voir aussi, dans Rhodes, *Dark Sun,* une curieuse photographie superposant la boule de feu et Manhattan. Le gros livre de Samuel Glasstone, *The Effects of Nuclear Weapons* (US Government Printing Office, plusieurs éditions), a été traduit en français il y a une trentaine d'années dans une édition « réservée aux services officiels » que j'ai découverte un jour dans le fichier de la Bibliothèque nationale ; j'ai pu, non sans insister, en obtenir une copie d'un collègue bien placé – il dirigeait la DRME – et l'ai déposée à la bibliothèque Science et Société de Jussieu. L'édition américaine a toujours été en vente libre ; même les Indiens ont, en 1952, publié une étude analogue. Les Soviétiques aussi ont traduit Glasstone pour les besoins de leurs experts : c'est le « livre noir américain » dont parle Sakharov à propos des tirs expérimentaux. Sur ce terrain, les citoyens français n'ont pas été mieux informés par leur gouvernement que les soviétiques.

mortelles à des centaines de kilomètres comme des pêcheurs japonais ont eu l'occasion de s'en apercevoir.

On comprend l'enthousiasme des dirigeants des grandes puissances et de ceux qui veulent avoir l'air d'en être, ainsi que la fascination de certains physiciens et ingénieurs, pour des engins aussi merveilleux ; mais il y a parfois des réactions psychologiques comme on l'avait déjà vu après Hiroshima aux États-Unis. Après la première explosion soviétique, le 22 novembre 1955, d'une vraie bombe H de 1,5 mégatonnes, le chef du projet, Kourtchatov, est tellement impressionné qu'en rentrant à Moscou il s'écrie, en russe probablement, « *Anatolius ! C'était un spectacle si terrible, si monstrueux ! Cette arme ne doit plus jamais être utilisée* » [145], ce qui procède d'un sentiment fort louable bien qu'un peu tardif. Sakharov, placé à quelques dizaines de km de là et alors qu'il gèle, a l'impression qu'on a ouvert un four devant son visage [146]. Le soir de l'essai, au banquet présidé par le sous-ministre de la Défense – le maréchal Nedelin, commandant des missiles stratégiques, qui mourra avec quelques centaines de techniciens lorsqu'un engin explosera inopinément sur son pas de tir – Sakharov dit à peu près la même chose que Kourtchatov et s'entend répondre, en termes fort vulgaires, que c'est un problème pour les politiques et non pour les scientifiques, ainsi priés de retourner à leurs tableaux noirs. Une mésaventure analogue lui arrivera en 1961 lorsqu'il suggérera à Khrouchtchev de ne pas reprendre les essais (pp. 244-245).

Retourner à leurs tableaux noirs, c'est ce qu'ils font avec l'aide d'une équipe de mathématiciens de l'université de Moscou dirigée par I. M. Gelfand comme on l'a dit plus haut ; cette équipe, nous dit Sakharov, joua un rôle essentiel dans la mise au point de l'engin de 1,5 mégatonnes de 1955. L'un des plus grands mathématiciens soviétiques, Gelfand fut, avec

---

[145] Holloway, p. 317.
[146] *Mémoires,* p. 217.

von Neumann et André Weil, l'un de ceux dont, à partir de 1944-1945, les travaux m'inspirèrent le plus ; il s'agissait alors d'analyse fonctionnelle fort abstraite n'ayant aucun rapport avec la bombe H ou quoi que ce soit de ce genre ; ce n'était pas à Paris que l'on pouvait apprendre ou deviner que von Neumann était totalement passé depuis plusieurs années aux mathématiques « appliquées » et encore moins que Gelfand, tout en continuant, lui, à publier des mathématiques standard, s'apprêtait à consacrer une partie de ses activités aux calculs de Sakharov (à supposer qu'il n'en ait pas fait d'autres auparavant, pour la bombe A par exemple) : c'est dans les années 1950 que, tout en calculant la bombe H, il écrit avec G. Shilov ses volumes sur la théorie des distributions de Schwartz, encore que sa production d'idées originales – il n'y en a guère dans ces exposés pédagogiques – se ralentisse curieusement pendant cette période. En fait, et tout en continuant à publier intensivement et presque toujours en collaboration dans des domaines variés, Gelfand aura, semble-t-il, dirigé pendant plusieurs dizaines d'années, à partir de 1951, une section de l'institut de mathématiques appliquées de l'Académie des sciences de Moscou ; il s'intéresse notamment à la biologie mathématique après 1960 – cela, on le savait bien avant la publication des mémoires de Sakharov –, peut-être parce que l'un de ses fils est mort d'une leucémie. La chute du régime lui permet ensuite, comme à beaucoup d'autres de ses collègues, de trouver un poste universitaire aux États-Unis et de voyager abondamment.

Le 30 octobre 1961, Sakharov, après une visite, donc, à notre éminent collègue Gelfand et à ses calculs (p. 247), fait exploser un engin de 57 mégatonnes, record du monde [147] ;

[147] Glenn Seaborg, *Kennedy, Khruschchev, and the Test Ban*, California University Press, 1981, p. 112, pour la puissance de l'engin ; Sakharov parle de « plusieurs milliers de fois Hiroshima », ce qui concorde. Seaborg, qui a isolé le plutonium (Berkeley, fin 1940) et en a obtenu un prix Nobel, est à l'époque président de l'AEC et négocie avec les Soviétiques l'arrêt des expériences atmosphériques.

Khrouchtchev proclame ensuite qu'il a refusé une expérience de 100 mégatonnes qui aurait cassé trop de vitres. Mais Sakharov (p. 250) a une idée géniale : construire des engins sous-marins, suffisamment robustes pour résister aux mines, qui se dirigeraient sans équipage, sur plusieurs centaines de km, vers les côtes américaines où ils feraient exploser ses 100 mégatonnes devant des bases navales (par exemple Newark, près de New-York ?). Ayant communiqué son idée à un amiral et celui-ci lui ayant répondu que la Marine soviétique ne combattait pas de cette façon, Sakharov, quelque peu honteux, renonça à sa brillante idée [148]. Il étudie aussi un autre engin, à nouveau conçu sans demande militaire nous dit-il (p. 251), et qui aurait tiré le maximum de la série expérimentée en 1961 ; le ministre dirigeant l'archipel atomique désapprouve ces initiatives en termes manquant d'élégance, sinon de réalisme :

> « Les théoriciens inventent de nouveaux engins destinés à l'essai quand ils sont aux toilettes et ils proposent de les essayer avant même d'avoir eu le temps de reboutonner leur pantalon. » [149]

---

[148] Au début de 1950, nous dit Rhodes, *Dark Sun*, p. 418 en se référant à un document de Los Alamos, Teller imagine une bombe de mille mégatonnes ; intransportable par avion, on l'introduirait par la Volga (!) jusqu'au centre de l'URSS ; l'explosion produirait un nuage radioactif mortel sur une surface de 40x400 miles englobant Moscou. Quelques jours après Hiroshima, certains évoquent déjà, en Amérique, la possibilité pour un pays ennemi d'introduire une bombe atomique à bord d'un inoffensif navire de commerce que l'on ferait sauter à New York. Les idées que l'on prête à l'ennemi sont souvent celles que l'on trouve dans son propre cerveau : c'est « l'effet miroir » bien connu des experts en stratégie.

[149] « *C'est l'homme du laboratoire, et non le soldat, le marin ou l'aviateur, qui propose au départ que, pour telle ou telle raison, il serait utile d'améliorer une ancienne tête nucléaire ou d'en concevoir une nouvelle ; et si c'est une nouvelle tête, c'est un nouveau missile... Les hommes des laboratoires d'armes nucléaires des deux camps ont réussi à créer un monde aux fondements irrationnels, sur lequel il a fallu à son tour construire un nouvel ensemble de réalités politiques. Ils sont devenus les alchimistes de notre temps, travaillant de manière secrète qui ne peut être divulguée, jetant des sorts qui nous enlacent tous.* » Solly Zuckerman, *Nuclear Illusion and Reality*, London, Collins, 1982, pp. 105-106, par un scientifique qui a été le

Néanmoins, Sakharov réussit à « bricoler » la charge nucléaire indispensable et à obtenir un essai parfaitement réussi avant d'aller visiter à l'hôpital son père en train de mourir ; celui-ci lui dit qu'il aurait mieux fait de se consacrer à la physique théorique qui le passionnait lorsqu'il était jeune ; mais Sakharov nous a dit que ses hésitations initiales se terminèrent sur un coup de téléphone de Beria [150]. Ses idées et sa carrière changeront radicalement plusieurs années après ces événements, notamment parce qu'il aura pris conscience des risques dus aux retombées radioactives des essais et des dangers de la course aux armements, pourtant bien évidents dès le départ (cf. Niels Bohr et rapport Franck, 1943-1945) et abondamment développés dans le *Bulletin of Atomic Scientists* : on le reçoit et on le lit dans l'archipel atomique, tout au moins au sommet, signe assez extraordinaire des privilèges dont jouissent les pensionnaires de celui-ci puisque le *Bulletin* n'a aucun intérêt scientifique : c'est de la politique, des discussions éthiques, des nouvelles, etc.

Seaborg note dans son livre que l'engin de 57 mégatonnes aurait fort bien pu développer 100 mégatonnes s'il avait été muni d'une enveloppe d'uranium naturel plutôt que de plomb, ce que Sakharov confirme en parlant, comme les Américains, d'une bombe « propre ». Témoin méticuleux qui enregistre tout sans commentaires superflus, Seaborg relate

---

principal conseiller de la Défense puis du gouvernement britannique. Voir, du même, *Scientists and War* (Hamish Hamilton, 1966) et ses deux volumes de mémoires, *From Apes to Warlords et Monkeys, Men and Missiles : An Autobiography, 1946-1988* (Norton). Les *apes* (singes) et *monkeys* (gorrilles) font allusion au fait que Zuckermann était initialement un spécialiste du comportement animal, d'où - idée éminemment militaire - son recrutement pendant la guerre pour étudier les effets des bombardements sur les civils allemands.

150 On aurait tort d'en déduire que les physiciens soviétiques du nucléaire furent contraints et forcés de participer. Sakharov et les survivants invoquent tous la « menace mortelle » que l'Amérique faisait planer sur leur pays. Pour les successeurs, les avantages matériels suffisaient à susciter les candidatures.

un échange auquel il a assisté entre Harold Macmillan et Sir William Penney, son principal expert en la matière :

> « Le premier ministre demanda quel serait l'effet d'une bombe de cent mégatonnes sur les populations. Penney répondit qu'elle carboniserait tout être humain se trouvant dans le périmètre de la ville touchée, fut-elle très étendue. » (p. 127)

On peut enfin noter que les premiers missiles intercontinentaux soviétiques réellement opérationnels, les SS-9 de 200 tonnes déployés à partir de 1965, étaient suffisamment lourds pour transporter une arme de 10 à 25 mégatonnes ; les deux cents SS-9 peuvent avoir été destinés à détruire d'emblée la centaine de bunkers souterrains contrôlant chacun dix missiles américains (Prados, pp. 204-206). Cette hypothèse est vraisemblable car il existe aux USA fort peu d'autres objectifs nécessitant une telle puissance d'annihilation : une mégatonne dévasterait Paris. Mais elle semble stupide puisqu'il resterait suffisamment de missiles sur les sous-marins à la mer pour dévaster l'URSS. Les « experts » en stratégie répondent que les Soviétiques pourraient menacer les Américains de détruire leurs villes si les sous-marins entraient en action, de sorte qu'il ne resterait plus aux Américains qu'à choisir entre la destruction totale et la capitulation. Mais pareille stratégie suppose le départ simultané des deux cents missiles en question ; ils seraient repérés par les satellites à infra-rouges, Washington alerterait les centres de contrôle et, après confirmation par les radars surveillant les approches du Canada, donnerait l'ordre de lancer les missiles américains avant l'arrivée des soviétiques. Pour éliminer ce scenario de *launch under attack* en cas de tension internationale maximum, il faudrait que les Américains tirent les premiers pour éliminer les missiles soviétiques et ne pas perdre les leurs. Mais alors il resterait les sous-marins soviétiques à la mer ; *back to case one*.

On est obligé d'en déduire que les SS-9 ne servaient à rien, non plus que leurs homologues américains. Mais puisque ces éminents logiciens étaient sûrement au courant d'un raisonnement aussi élémentaire, pourquoi donc ont-ils construit à grands frais des missiles inutiles ?

La question que je viens de poser a naturellement trouvé d'innombrables réponses et même une « solution » : en vous munissant de 1000 missiles portant chacun 6 têtes de 150 kilotonnes dont le cercle d'erreur probable est de 200 mètres, vous pouvez détruire 1000 silos ennemis en n'utilisant qu'un tiers de vos missiles ; il vous en reste le double pour dissuader l'ennemi de faire donner ses sous-marins ou ses bombardiers. Mais si l'ennemi potentiel se munit des mêmes engins et tire le premier, on se retrouve au point de départ : *launch under attack* à la puissance dix. Il paraît que c'est sur de tels paradoxes que la paix reposait et continuera à reposer. On a écrit des mégatonnes de profonde métaphysique sur le sujet ; le général Gallois a, en France, beaucoup publié. Ces raisonnements ont naturellement propulsé la course technologique à des hauteurs de plus en plus absurdes, mais aussi des plus propres à maintenir le « moral » des techniciens – et industriels, lesquels, en l'absence de continuelles innovations, sombreraient dans une profonde mélancolie comme nous l'a dit Mr. Greenwood.

Je note d'autre part qu'à l'époque précise où M. Dautray arrive à la DAM, Pierre Sudreau – ancien résistant et déporté, ancien ministre du Général qu'il a abandonné en 1962 parce que la nouvelle Constitution lui donne des pouvoirs qu'il juge exorbitants – écrit le réquisitoire le plus violent qu'on ait jamais publié en France contre la stratégie anti-cités officielle ; auprès de celle-ci :

> « Les camps de concentration et la chambre à gaz font figure de procédés artisanaux. » [151]

---

[151] Pierre Sudreau, *L'enchaînement*, éd. Plon, 1967, p. 209.

Ce qui rejoint la célèbre déclaration de Fermi et Rabi, fin octobre 1949, que York a reproduite vingt cinq ans plus tard dans *The Advisor* :

> « Une telle arme va forcément bien au-delà de quelque objectif militaire que ce soit et rejoint la catégorie des plus épouvantables catastrophes naturelles. De par sa nature même, elle ne peut être réservée aux seuls objectifs militaires [152] mais devient pratiquement, étant donné ses effets concrets, une arme de génocide. »

Il est évident qu'aucun fondement éthique, pour peu qu'il accorde à l'être humain un minimum d'individualité et de dignité, ne pourra justifier l'usage d'une telle arme, quand bien même les êtres humains en question seraient citoyen d'un pays ennemi.

Sudreau n'a évidemment pas plus d'effet que les sondages d'opinion publique sur la politique gaulliste et les cerveaux d'État de la DAM ; du moins posait-il le problème tout en soulevant d'autres questions pertinentes, par exemple l'extravagant pouvoir de vie et de mort sur la France (et les Français…) que la bombe donne au Président de la République – M. Mitterand, à l'époque opposé aux armes nucléaires, l'a revendiqué lorsqu'il a, à son tour, dirigé la France : l'article exerce une irrésistible fascination… – et le détournement à des fins improductives de capacités intellectuelles et de crédits publics qui seraient mieux employés dans des secteurs plus utiles et plus rentables. Il y a quelques années, un petit scandale a éclaté en France parce

---

[152] Fermi et Rabi pensent évidemment à des armes de plusieurs mégatonnes, les seules envisagées à l'époque (fin 1949). On a depuis construit des milliers d'armes de puissance inférieure (quelques dizaines ou centaines de kilotonnes), mais dix bombes de 50 kilotonnes (Hiroshima = 14 kilotonnes) bien réparties – un seul missile y suffirait –feraient environ un million de morts à Leningrad ou à Detroit, les deux villes considérées par une enquête de l'*Office of Technology Assessment* du Congrès américain. Les armes françaises n'ont de toute façon jamais visé d'objectifs militaires : il en faudrait quelques milliers pour que cette stratégie ait un sens, si l'on ose ainsi s'exprimer.

qu'on a découvert dans un manuel d'histoire pour lycéens une comparaison, jugée patriotiquement sacrilège, entre le coût d'un sous-marin nucléaire et celui d'un hôpital, d'une école, etc. Livrons donc aux censeurs le texte suivant :

> « Chaque fusil fabriqué, chaque navire de guerre mis à flot, chaque missile lancé équivaut en fin de compte à un vol au détriment de ceux qui ont faim et n'ont rien à manger, qui ont froid et n'ont que des hardes sur le dos. Ce monde en armes ne gaspille pas seulement de l'argent ; il gaspille la sueur de ses ouvriers, le génie de ses hommes de science et l'espoir de ses enfants. Le coût d'un seul bombardier lourd moderne est le suivant : une nouvelle école en briques dans au moins 30 villes. C'est deux centrales électriques, alimentant chacune une ville de 60 000 habitants. C'est deux hôpitaux d'excellence, parfaitement équipés. C'est environ 50 *miles* d'autoroute goudronnée. Pour un unique avion de combat, nous donnons un demi-million de boisseaux de blé. Pour un unique destroyer, nous donnons des logements neufs qui auraient abrité plus de 8 000 personnes. »

Ce n'est pas un pacifiste qui parle, c'est le président Eisenhower s'adressant le 16 avril 1953 à l'*American Society of Newspaper Editors* (McDougall, p. 114).

Rappelons qu'un pacifiste est, par définition, opposé à tout recours à la violence entre États et non pas seulement aux armes nucléaires. On a beaucoup utilisé ce terme pour tenter de discréditer les opposants aux armes nucléaires (« Les pacifistes sont à l'Ouest, et les missiles sont à l'Est », F. Mitterand à Bonn, 20 janvier 1983). On pourrait aussi bien, à ce compte, qualifier de *bellicistes* ceux qui en sont partisans.

10. Alibis en chaîne

Mais revenons aux problèmes que les vraies applications militaires posent aux mathématiciens et plus généralement aux scientifiques. Les prétextes utilisés pour justifier les contrats militaires ou assimilés sont bien connus et fort divers.

Le plus banal est que l'on en tire des postes et des crédits de matériel, que la science en profite – c'est cela l'essentiel comme nous l'a dit Francis Perrin, et peu importe la couleur de l'argent – et qu'en les refusant on risque d'être dépassé par les concurrents qui les acceptent. C'est une éthique de l'irresponsabilité souvent difficile à contrer car, ainsi qu'on l'a dit au début de ce texte, les contrats militaires ne couvrent, dans la grande majorité des cas, que des fragments d'un système technique beaucoup plus vaste auquel vous vous bornez à apporter votre pierre ; votre contribution ne va, par elle-même, rien révolutionner. L'ennui est que c'est presque toujours par l'accumulation de « petites » innovations que les systèmes d'armes progressent : les grandes révolutions techniques sont rares. S'il y a une centaine de gens pour apporter comme vous, chacun dans son domaine, leur pierre à l'édifice, la DRET, s'il s'agit de la France, est là pour assembler le tout.

Autre argument, les militaires ont souvent des problèmes particulièrement « pointus » à proposer, ils ont des vues à plus long terme que les civils et ils prennent plus facilement des décisions. C'est peu surprenant compte tenu des contraintes très différentes auxquelles sont soumises les innovations militaires et civiles. Dans le premier cas, la priorité va aux

performances demandées par un seul et énorme client qui sait ce qu'il veut – du progrès technique –, qui paie l'essentiel de la R&D avant même la phase de production et qui n'hésite pas, pour des innovations majeures – les transistors et circuits intégrés sont des cas particulièrement flagrants –, à payer un prix que le marché civil n'accepterait jamais : la sécurité du pays l'exige [153]. Priorité, dans le second cas, aux besoins souvent peu connus d'un marché civil composé d'un très grand nombre d'acheteurs potentiels qui ne commencent à financer la R&D et l'industrialisation qu'après le début de la production et ne s'intéressent généralement qu'aux améliorations marginales : pendant des décennies, l'industrie automobile américaine dépense des millions de dollars pour améliorer la puissance de ses moteurs, argument de vente fort efficace, mais, aux environs de 1965, refuse d'en dépenser 400 000 en deux ans pour permettre à un gros laboratoire de mécanique des fluides du MIT désirant réduire ses contrats militaires de se lancer dans un étude scientifique de la combustion pour rendre les moteurs moins polluants. Le risque de voir une innovation technique aboutir à un échec commercial est très supérieur dans le second cas à ce qu'il est dans le premier : à la limite, le gouvernement renfloue Lockheed ou Matra et, de toute façon, répartit ses commandes entre les principaux producteurs [154]. Le résultat est que, dans certains domaines comme l'informatique ou l'aérodynamique, les scientifiques peuvent justifier leur collaboration avec les organismes militaires en expliquant

153 II existe aussi quelques domaines – l'énergie nucléaire en est un exemple – qui, tout en étant civils, présentent des caractéristiques très voisines du domaine militaire.

154 Jacques Gansler, *The Defense Industry*, MIT Press, 1980, par un membre de la corporation, analyse en détail les problèmes de l'industrie de l'armement américaine et les différences entre les secteurs civil et militaire. La situation française est plus simple étant donné le très petit nombre – fréquemment un seul – des fournisseurs possibles.

qu'elle leur a toujours paru beaucoup plus commode qu'avec les organismes civils.

Participer à la « défense » de son pays est un devoir pour le scientifique. Ce très commode argument – ceux qui l'invoquent n'en retirent que des avantages – présente l'intérêt de mettre les contestataires dans une position difficile, particulièrement en période de péril national réel ou supposé. On ne peut y répondre qu'en se plaçant sur un plan supranational : l'argument vaut partout et non pas seulement pour votre pays. Il conduit au perfectionnement indéfini des armements comme on l'a vu depuis 1940 : les complexes scientifico-militaro-industriels de l'Ouest et de l'Est ont vécu en étroite symbiose pour leur plus grand profit commun. Ce n'est probablement pas dans l'intérêt à long terme de l'humanité dans son ensemble : quelles que soient ses justifications initiales, une arme ne peut être désinventée ; à l'humanité de s'en accommoder si elle en est capable. Les scientifiques qui, en 1939, ont persuadé le gouvernement américain de lancer un projet atomique croyaient parer à un risque allemand symétrique ; en fait, ils ont donné naissance à un monstre de Frankenstein qui s'est révélé inutile dans le contexte de la guerre, nonobstant Hiroshima et Nagasaki, et qui a immédiatement lancé la course aux armements Est-Ouest. Teller et Sakharov ont-ils eu *tous les deux* raison de munir leurs patries respectives d'armes thermonucléaires qui, dans chacun des deux cas, « menaçaient » l'autre et ses alliés et qui, en cas de guerre, auraient fait des centaines de millions de victimes ? Si les physiciens allemands avaient, par patriotisme, procuré la bombe A à Adolf Hitler, aurait-on dû les en féliciter ? Le « patriotisme » et la « défense » ont justifié toutes les horreurs du XXe siècle, y compris, dans le « bon » camp, les *saturation bombings* des cités allemandes et japonaises ou la guerre du Vietnam par exemple, en vertu du principe selon

lequel « *si l'on peut invoquer la légitime défense ou la riposte à une agression… ensuite tout passe* » [155].

A cela s'ajoutent les exportations qui, en France où le marché national est trop limité pour vraiment rentabiliser les fabrications – l'argent public finance le développement et l'industrialisation, les exportations produisent les profits –, représentent souvent la moitié de la production ou davantage. Ceux, scientifiques ou ingénieurs, qui ont aidé Dassault à perfectionner ses Mirage ont-ils apprécié le fait que c'est principalement à Saddam Hussein qu'ils ont servi ? Pour s'extraire de cette mélasse éthique, certains scientifiques américains, particulièrement ceux du nucléaire, ont emprunté au sociologue allemand Max Weber, popularisé en France par Raymond Aron, une version de son « éthique de la responsabilité » :

> « Ils ont rejeté tout à la fois l'idée que l'obéissance du scientifique à de plus hautes considérations éthiques lui interdirait de servir l'État, notamment dans le domaine des recherches militaires, et celle voulant que le scientifique doive tenir ses convictions éthiques personnelles à l'écart de ces recherches. Ils ont donc choisi de servir l'Etat tout en considérant de leur devoir d'influencer les stratégies étatiques dans le sens qui leur paraît le plus favorable à l'espèce humaine. » [156]

L'un des princes de la physique nucléaire américaine, Hans Bethe, venu d'Allemagne avant 1939 et directeur de la

---

[155] George Wald, "A Generation in Search of a Future", in *March 4, Scientists, Students, and Society*, MIT Press, 1970, où l'on trouvera les textes de deux douzaines d'interventions, par des scientifiques en général professeurs au MIT ou à Harvard et quelques étudiants « contestataires », lors d'une journée organisée le 4 mars 1969 sur les problèmes de la recherche militaire et de la reconversion civile des laboratoires. Wald (Harvard) est prix Nobel de biologie. Sur le laboratoire de mécanique des fluides mentionné ci-dessus, voir pp. 37-39 (R. F. Probstein).

[156] Robert Gilpin, *American Scientists and Nuclear Weapons Policy*, Princeton University Press, 1962, p. 23. Noter le glissement dialectique de « l'État » à « l'humanité ». Le livre de Gilpin est l'une des discussions les mieux documentées de ces problèmes.

physique théorique à Los Alamos pendant la guerre, s'exprime par exemple comme suit en 1958 :

> « Afin de pouvoir remplir cette fonction de conseil auprès des décideurs politiques, les scientifiques (du moins certains d'entre eux) ne peuvent faire autrement qu'accepter de travailler sur les armes. Ils doivent le faire aussi parce que notre combat actuel ne s'inscrit pas (et heureusement) dans le cadre d'une guerre effectivement en cours, laquelle est devenue une absurdité, mais dans celui du développement technologique en vue d'une guerre éventuelle que personne ne souhaite voir arriver. Les scientifiques doivent contribuer à préserver ce fragile équilibre des armements qui ferait de toute déclaration de guerre une catastrophe pour les deux camps. Seul cet équilibre nous permet de promouvoir et de développer des projets plus constructifs tels que le désarmement ou la coopération internationale, qui pourraient à terme mener à une paix plus définitive. » [157]

Tout compte fait, ce raisonnement revient à dire que pour être en mesure de modérer la course aux armements et de contribuer au désarmement final, tout scientifique responsable doit d'abord acquérir l'expérience technique indispensable et, pour ce faire, ne peut « *faire autrement qu'accepter de travailler sur les armes* » : mais on a alors, pour commencer, toutes les chances d'accélérer la course technologique qu'on se propose de faire cesser ; autrement dit de se retrouver prisonnier d'un insoluble paradoxe. En outre, Bethe sait fort bien que les opinions des scientifiques ne sont pas unanimes : à une extrémité du spectre, il y a ceux qui refusent tout contact avec les armes nucléaires ; et à l'autre :

> « Il y a ceux qui font tout ce que le gouvernement ou l'armée ou le CEA leur disent de faire. Ils s'efforcent d'inventer les

---

[157] *Bulletin of the Atomic Scientists,* décembre 1958, p. 428. Bethe lui-même avouera beaucoup plus tard ne pas savoir s'il a eu raison ou tort de participer au développement de la bombe H. Quant à la « paix plus définitive » qu'il espérait, elle est venue non d'un quelconque désarmement, mais, plus radicalement, du fait que l'un des deux camps a jette l'éponge et choisi d'imploser plutôt que l'inverse.

armes les plus létales possibles et évitent de réfléchir à leurs effets. D'autres vont même plus loin : ils jettent de l'huile sur le feu. » [158]

Freeman Dyson, mathématicien anglais qui s'est converti à la physique théorique chez Hans Bethe à Cornell en 1947 et membre de l'*Institute for Advanced Study* de Princeton depuis 1948, s'est très abondamment exprimé dans des livres fort intéressants [159] ; on y trouvera notamment une parfaite démolition de la stratégie aérienne britannique de la dernière guerre qu'il a vue de près, de nombreuses réflexions sur le rôle des scientifiques comme von Neumann ou Oppenheimer, des informations sur les « armes miracles » et *technical follies* américaines réelles (l'avion à propulsion nucléaire par exemple) ou imaginaires (ce qu'il appelle les *gigaton bombs* des années 1950 par exemple, qui seraient allées beaucoup plus loin que les 100 mégatonnes de Sakharov), l'exploration des planètes et, dans *Weapons and Hope*, une discussion approfondie de la stratégie nucléaire et du « pacifisme ». Même si l'on n'accepte pas toujours les vues de Dyson, on trouve peu d'auteurs qui donnent autant à réfléchir, particulièrement dans son second volume.

J'extrais du premier le passage suivant :

> « Quelque part entre les incantations des non-violents et la stratégie de la Destruction Mutuelle Assurée, il doit y avoir un juste milieu […] qui autoriserait qu'on tue en cas de légitime défense mais interdirait le massacre gratuit d'innocents […]. J'appuierai ma position sur une distinction morale évidente entre […] usages offensifs et défensifs de certaines catégories d'armes […]. Les bombardiers sont nuisibles ; les avions de chasse et les missiles antiaériens sont utiles. Les chars d'assaut sont nuisibles ; les roquettes antichars sont utiles. Les sous-marins sont nuisibles ; la technologie anti-sous-marine est utile.

---

158 *Bulletin of the Atomic Scientists*, juin 1962, pp. 25-28.

159 *Disturbing the Universe*, Harper & Row, 1979, trad. fr. *Les Dérangeurs de l'univers*, éd. Payot ; *Weapons and Hope*, Harper & Row, 1984, etc.

> Les armes nucléaires sont nuisibles ; les radars et les sonars sont utiles. Les missiles balistiques intercontinentaux sont nuisibles ; les systèmes anti-missiles sont utiles. » (p. 143)

Dyson connaît bien évidemment les difficultés, qu'il expose fort honnêtement, inhérentes à de pareilles distinctions. Un radar peut servir à abattre un bombardier ; il peut aussi permettre à celui-ci de repérer sa cible. Une arme nucléaire est nuisible si elle tombe sur une cité ; elle peut aussi servir à détruire un missile en vol vers une cité. Une protection anti-missile efficace peut mettre son possesseur à l'abri de représailles et, de ce fait, le lancer dans des aventures – c'est ce que les Soviétiques ont dit, initialement, de la *Strategic Defense Initiative* du président Reagan. Il est vrai que Dyson distingue entre les *usages* des armes et non, à proprement parler, entre les armes elles-mêmes : on pourrait, idéalement, réserver l'usage du radar à des missions défensives et n'en pas munir les bombardiers, mais sur la Terre c'est là une perspective des plus invraisemblable. Si donc l'on accepte ces distinctions entre *good* et *bad weapons* et si l'on en déduit qu'il est légitime de travailler sur les premiers en refusant les seconds, on risque de se retrouver à nouveau en pleine mélasse éthique. Il y a aussi des cas où la distinction est totalement impraticable : un calculateur militaire, fût-il français, un logiciel comme ADA, est-il « utile » ou « nuisible » alors qu'il peut servir à tout type d'armement ?

— • —

Le président Truman avait, en janvier puis en mars 1950, ordonné le développement puis la production de la bombe H ; de nouvelles installations de production des matières fissiles, plusieurs fois supérieures à celles de la guerre étaient en construction ; tout le monde savait ou pouvait bien se douter à Los Alamos, centre de développement des armes atomiques où Ulam travaillait depuis 1943, que l'engin,

réclamé par les militaires, le Congrès et l'opinion publique, serait fabriqué aussitôt mis au point ; développer une pareille arme sans la produire en quantités militaires, au risque de voir l'ennemi potentiel l'acquérir le premier, eût été inconcevable dans le climat de l'époque.

Comparez avec l'échange suivant entre Oppenheimer et le « procureur » Robb qui l'interroge à son procès à propos de ses premières recherches « purement théoriques » sur la bombe H pendant la guerre :

> Robb : […] éprouviez-vous ou étiez-vous retenu par des scrupules ou des doutes d'ordre moral concernant le développement de cette arme ?
>
> Oppenheimer : Bien entendu.
>
> R. : Vous en éprouviez ?
>
> O. : Bien sûr.
>
> R. : Et vous avez pourtant continué à travailler dessus ?
>
> O. : Oui, parce que c'était un travail de recherche, d'exploration. Il ne s'agissait pas vraiment de construire une arme.
>
> R. : Voulez-vous dire que ce séjour n'était pour vous qu'une sorte d'excursion purement académique ?
>
> O. : C'était un travail de recherche pour découvrir ce qu'il était possible de faire.
>
> R. : Un travail qui allait coûter des millions aux contribuables, n'est-ce pas ?
>
> O. : Cela arrive tout le temps.
>
> R. : Etiez-vous disposé à dépenser des millions, voire des milliards de dollars provenant des poches du contribuable, simplement pour avoir la satisfaction personnelle de découvrir comment ça marche ?
>
> O. : Nous n'avons pas dépensé de telles sommes.

R. : Etiez-vous prêt à dépenser cet argent pour une excursion purement académique ?

O. : Non. Ce ne sont plus des questions académiques dès lors qu'on a les moyens de fabriquer une bombe à hydrogène. C'est une question de vie ou de mort. [160]

— • —

Enfin, il y a ceux qui ne semblent pas voir où est le problème. C'est ce que dans un cas ici encore extrêmement extrême et donc extrêmement clair, nous explique un mathématicien de premier ordre, Stanislas Ulam [161], à propos de ses travaux sur la bombe H dans les années 1950, dans un texte d'anthologie :

> « Contrairement à ces gens qui s'opposaient avec véhémence à la bombe pour des raisons d'ordre politique, moral ou sociologique, je ne me suis jamais posé de questions sur le fait d'effectuer des travaux de recherche purement théorique. Je n'ai jamais eu le sentiment qu'il était immoral d'essayer de mettre en équation les phénomènes physiques. Savoir si cela se justifiait stratégiquement parlant est un tout autre aspect du problème – c'est même, en fait, le point crucial d'une question historique, politique ou sociologique de la plus haute importance – et n'a pas grand chose à voir avec le problème physique ou technologique proprement dit. Le plus basique calcul de mathématiques pures peut lui-même avoir de terribles conséquences. Sans l'invention du calcul infinitésimal, la majeure partie de notre technologie n'existerait pas. Devons-nous en conclure que cette branche des mathématiques est pernicieuse ? [162]

---

160 *In the Matter of J. Robert Oppenheimer*, AEC, 1954 ou MIT Press, 1971, p. 235.

161 *Adventures of a Mathematician*, p. 222.

162 Newton, Leibniz ou Euler n'ont jamais inventé l'analyse afin de contribuer au perfectionnement des armements, encore moins d'armes capables d'anéantir 500 000 personnes en une minute ; le travail d'Ulam n'avait pas d'autre utilisation concevable. Il n'avait qu'un signe à faire pour obtenir à Harvard, Princeton ou

J'étais d'avis qu'on ne devait pas lancer de projets conduisant à de possibles atrocités [163]. En revanche, une fois que les possibilités sont là, n'est-il pas préférable d'examiner attentivement si c'est vraiment faisable ? [164] Une position plus noble encore consisterait à s'assurer que si vous ne travaillez pas vous-même sur un projet, celui-ci ne puisse pas se faire du tout […]. Les projets thermonucléaires n'étaient ni très originaux ni particulièrement complexes [165]. Tôt ou tard, l'Union soviétique ou quelqu'un d'autre s'y serait lancé et aurait construit sa bombe […]. Etant donné qu'une seule de ces bombes était en mesure de rayer de la carte les plus vastes cités, une guerre totale pouvait ainsi devenir moins vraisemblable encore qu'avec les actuelles bombes A et leur puissance de destruction terrifiante. » [166]

Berkeley un excellent poste qui lui aurait permis, comme à tant d'autres, de faire des recherches inoffensives comme il le faisait avant la guerre.

[163] Mais Ulam nous dit (p. 209) qu'après l'annonce par Truman de l'expérience atomique soviétique de la fin août 1949, au cours d'une discussion avec Teller et von Neumann, « *l'ordre du jour était grosso modo : "Et maintenant, qu'est-ce qu'on fait ?". D'emblée je déclarai qu'il fallait accélérer le développement de la "super"* », nom de code de la future bombe H.

[164] C'est ce que fit par exemple Hans Bethe ; bien que farouchement opposé au projet (voir son article avec Victor Weisskopf dans le *Bulletin of Atomic Scientists* de mars 1950), il retourna à Los Alamos après le début de la guerre de Corée dans l'espoir de montrer que la bombe H était physiquement impossible. (Il aurait aussi bien pu rester chez lui puisqu'en pareil cas ses collègues, avec ou sans lui, ne risquaient pas de la réaliser). Mais lorsqu'Ulam et Teller eurent prouvé le contraire, il jugea que l'Amérique devait l'avoir et l'avoir la première (procès Oppenheimer, p. 329). Oppenheimer se convertit aussi à la bombe après la découverte d'Ulam-Teller, qu'il qualifia de « *technically sweet* » (« techniquement sublime »). Il est difficile de ne pas en conclure que les convictions de ces gens manquaient quelque peu de solidité.

[165] Les avis divergent sur ce point. Fermi fut stupéfié, Bethe fut aussi impressionné par la découverte d'Ulam-Teller que par celle de la fission en 1939, et Ulam était bien placé pour connaître les difficultés du problème.

[166] A la fin des années 1940, le CEA américain a déjà des bombes A d'environ 500 kilotonnes en cours de développement avancé, mais elles consomment beaucoup plus de matière fissile (Pu ou U 235) que les bombes H dans lesquelles une explosion A de puissance minimale suffit à amorcer une réaction thermonucléaire gigantesque. David Lilienthal, à l'époque président de l'AEC, témoignera au procès Oppenheimer, p. 422, qu'« *une seule de ces bombes [A] serait en mesure d'anéantir toute cible aux États-Unis – sauf peut-être une poignée de très grandes métropoles – et deux bombes*

C'est l'alibi standard ; personne, à part quelques vrais « faucons » du début des années 1950, n'a eu l'audace de proclamer qu'il fallait produire ce type d'armement pour s'en servir immédiatement ; les militaires américains et soviétiques disaient à l'époque que les armes nucléaires « *servent à empêcher la guerre et, si elle éclate, à la gagner* » ou, comme ils l'ont dit plus tard plus prudemment, à « prévaloir » sur l'ennemi, *id est* à lui infliger des destructions dont il se relèvera vingt ans plus tard que leur propre camp (ce qui conduit à résoudre le système d'inéquations $x > y + 20$, $y > x + 20$). Mais la prévision d'Ulam ne pouvait être, en 1951, qu'une simple conjecture, et fort peu certaine. A cette époque en effet, la guerre préventive ou, à défaut, préemptive [167], que préconisaient plus ou moins ouvertement son ami von Neumann et le *Weapons Systems Evaluation Group* de l'Air Force que von Neumann présidait, bien que rejetée au niveau de la Maison Blanche, donnait lieu à passablement de discussions publiques, sans oublier l'hystérie de la période McCarthy. Tout ce que l'on pouvait savoir en pleine guerre de Corée, alors que le général MacArthur avait été limogé non pour avoir poussé à l'emploi des armes atomiques mais pour l'avoir, contrairement aux ordres de Truman, évoqué dans une lettre à un membre du Congrès, c'était que le développement des armes thermonucléaires aurait des conséquences politiques et stratégiques énormes comme le reconnaît Ulam et que, ceci dit, l'avenir est la chose du monde la plus difficile à prévoir. Les homologues soviétiques d'Ulam, à la même époque,

---

suffiraient à raser n'importe quelle grande cité sans exception. » Les premières bombes H, destinées aux B-30, avaient une puissance de 11 mégatonnes.

167 *Guerre préventive* : attaquer sans préavis l'ennemi potentiel en période de paix normale. *Guerre préemptive* : l'attaquer le premier en cas de tension internationale aigüe afin de détruire ses armes avant qu'elles ne s'envolent. Pendant les années 1950, époque où les deux camps ne possèdent que des avions exigeant des heures de vol avant d'atteindre leurs objectifs, la tentation de la préemption était extrêmement forte aux USA compte tenu de l'énorme supériorité américaine en bombardiers et de l'absence de protection radar aux approches de l'URSS par le nord. C'était notamment la doctrine du général LeMay, commandant du *Strategic Air Command.*

travaillaient dans une atmosphère de guerre, comme le dit Sakharov, pour protéger leur pays d'une attaque américaine qu'à tort ou à raison ils jugeaient fort possible, voire imminente [168].

D'innombrables inventeurs d'armes perfectionnées ont prétendu « tuer la guerre » en la rendant plus horrible : c'est le seul alibi décent que l'on puisse invoquer. C'est par exemple le cas de Richard Gatling, l'inventeur américain de la mitrailleuse à tubes multiples « *qui sera aux armes individuelles ce que la moissonneuse de McCormick est à la faucille* » ; de Nobel avec sa ballistite, poudre à canon issue de la chimie organique dans les années 1880 ; de la plupart des pionniers de l'aéronautique, y compris par exemple Orville Wright avant la Grande Guerre et après [169] (« *ce sera pour la prochaine fois* ») ; de ceux qui ont participé au développement de la bombe atomique et lancent la théorie de la dissuasion dès l'automne de 1945 ; des inventeurs de la bombe à neutrons qui aura sur les blindés le même effet que la mitrailleuse de 1914 sur l'infanterie et est donc « *une arme pour tuer la guerre* » [170], en attendant sans doute les futures armes laser, etc. Pour le moment, la mort de la guerre n'est pas exactement au programme si l'on en croit les informations quotidiennes et les prévisions des experts en stratégie, reconvertis de l'Est-Ouest au Nord-Sud.

---

[168] Les espions qui ont procuré aux Soviétiques des masses d'informations sur la bombe A américaine jugent tous, eux aussi, qu'ils ont protégé la paix en aidant ceux-ci à se doter le plus rapidement possible de la même arme. Si l'on admet la théorie de la dissuasion mutuelle, les vrais héros sont donc peut-être ceux qui en ont tiré les conséquences logiques ultimes en prenant d'autres risques que les pensionnaires de Los Alamos ou d'Arzamas.

[169] Joseph J. Corn, *The Winged Gospel : America's Romance with Aviation, 1909-1950*, Oxford University Press, 1983, reproduit nombre de déclarations de ce type.

[170] Jacques Chevallier, à l'époque directeur des applications militaires au CEA, *Echos du CEA* n°1, 1978. La comparaison avec la mitrailleuse n'est pas très convaincante ; celle-ci a peut-être « tué » les attaques frontales d'infanterie, mais sûrement pas la guerre… Et si, comme le prétendent leurs partisans, les armes stratégiques rendent la guerre « impossible » par dissuasion mutuelle, pourquoi se préoccuper de détruire des blindés qui n'avanceront jamais ? (Réponse : parce que les armes stratégiques ne dissuadent, tout au plus, que de leur propre emploi).

Si vous avez vingt ans en 1997, vous serez mieux en mesure d'en juger en 2047. Mais après vous, l'Histoire continuera à s'avancer masquée. L'humanité, fantastique machine à produire des cerveaux, produira dans tous les domaines des centaines d'Ulam et de Draper, de Sakharov et de Prandtl, de Dautray et de von Braun, de Korolev et de von Neumann. Elle continuera à produire des milliers de gens *prêts à tuer* pour s'emparer du pouvoir, le conserver, ou accroître les territoires qu'ils contrôlent. Les armes dites conventionnelles, *id est* non nucléaires, continueront à se perfectionner indéfiniment grâce aux efforts de centaines de milliers d'ingénieurs sans complexes ou dans l'incapacité, intellectuelle ou économique, de se reconvertir à des techniques civilisées.

De nouvelles grandes puissances émergeront, d'autres couleront et des conflits se produiront, notamment si le nationalisme, en lequel de Gaulle voyait le moteur de l'histoire, les fanatismes religieux et le darwinisme économique du marché se répandent sur toute la planète : on l'appelle maintenant, curieusement, la « *guerre économique mondiale* », par exemple, au colloque en l'honneur de M. Dautray, dans le très pédagogique dialogue entre celui-ci et Bernard Esambert. Auteur d'un récent ouvrage du même titre sur le sujet [171], M. Esambert, X-Mines fort attiré par les cabinets ministériels et la haute finance, avait déjà publié en 1977, dans la même veine, un livre intitulé *Le Troisième conflit mondial.* Marx rirait bien au spectacle de ces experts qui, à la guerre traditionnelle, celle où l'on meurt et où l'on tue, prétendent substituer une guerre économique où les nations et les individus se borneraient à s'enrichir ou à s'appauvrir sans violence aux dépens les uns des autres.

Qui vous dit que ces conflits resteront pacifiques et que les armes pour tuer la guerre ne s'abattront pas sur l'humanité

[171] Et d'un *Pompidou, capitaine d'industries*, éd. Odile Jacob, 1994.

comme elles l'ont toujours fait dans le passé ? Les seules armes dont on peut garantir qu'elles ne serviront jamais sont celles que l'on n'inventera jamais ; tout le reste est de la conjecture. Pour s'extraire de la « mélasse éthique », le plus simple est ne pas s'y plonger pour commencer et, à défaut, de se battre et de résister, ce qui suppose un solide point d'ancrage éthique. Pour simpliste qu'il puisse paraître à première vue [172], le principe que George Wald a proclamé au MIT le 4 mars 1969 peut en tenir lieu :

Our business is with life, not death.
Notre affaire est la vie, pas la mort.

Roger Godement

Postface à
Analyse Mathématique
éd. Springer-Verlag, 1997

[172] Conseillons aux rieurs cyniques de lire Richard Preston, "The Bioweaponeers" (*The New Yorker,* 9 mars 1998), sur les armes biologiques soviétiques : variole, peste et anthrax (charbon) transportées par des missiles MIRV. L'article est une longue interview du scientifique en chef du projet soviétique (82 000 employés), Ken Alibek, passé aux USA en 1991, et de son homologue américain. Voir aussi et surtout Ken Alibek, *Biohazard* (Random House, 1999) ou *La guerre des germes* (éd. Presses de la Cité) et Judith Miller, Stephen Engelberg & William Broad. *Germs, The Ultimate Weapon* (Simon & Schuster, 2001) par trois journalistes qui ont fait leur *homework*.

Les scientifiques ont-ils besoin des militaires ?

Retranscription d'une émission de
France Culture, "Le front des sciences",
Jeudi 25 février 1999, 15h30

Depuis 1945, aux États-Unis comme ailleurs, de nombreuses disciplines scientifiques ont fait l'objet de tentatives de séduction de la part des pouvoirs politiques, et ce, en vue de leurs applications militaires, immédiates ou potentielles. En France, dans les années 1970, un mathématicien des plus brillants, Alexandre Grotendieck, fut amené à démissionner d'une institution des plus renommées, l'IHES (Institut des hautes études scientifiques) parce que 3,5 % de ses subventions, soit 80 000 francs, provenaient des militaires.

Depuis ce cas emblématique, il semble bien qu'il n'y ait guère eu d'autres scientifiques pour s'en émouvoir publiquement. Roger Godement, qui n'a jamais cessé d'articuler ses travaux théoriques et pédagogiques avec la question de l'engagement des scientifiques vis-à-vis des applications techniques possibles de leurs résultats scientifiques, vient de publier deux volumes d'*Analyse mathématique* (éd. Springer, 1997). Non seulement il y résume toute l'histoire de l'analyse mathématique depuis ses origines jusqu'à ses tout derniers développements, mais contrairement

aux usages, alors même qu' « *il semble convenu que le métier de mathématicien consiste à fournir à ses lecteurs, sans commentaires, des instruments dont ceux-ci feront plus tard, pour le meilleur et pour le pire, l'usage qui leur conviendra* », il accompagne son exposé mathématique d'une réflexion sans concessions visant ouvertement à briser la « loi du silence » et un certain nombre de tabous. Il ose ainsi formuler bon nombre de vérités qui jusqu'à ce jour n'étaient apparemment pas bonnes à dire (et encore moins à entendre).

Pourtant, c'est la question même de la démocratie qui est en jeu : « *La science est politiquement neutre, même lorsqu'il se trouve quelqu'un pour la laisser tomber, par mégarde, à Hiroshima* » ! Dès lors, peut-on encore confier les décisions qui concernent l'avenir scientifique et technologique de nos sociétés à une poignée de hiérarques, fussent-ils éclairés ?

Avec Roger Godement, mathématicien, auteur d'*Analyse mathématique* (éd. Springer, 1997) ; Venance Journé, physicienne, chercheure au CNRS et membre du Conseil scientifique de Pugwash ; Éric Brian, historien des rapports entre la science et l'État, auteur de *La Mesure de l'État* (éd. Albin Michel).

Présenté par Catherine Paoletti

Catherine Paoletti : Vous venez de publier deux volumes d'analyse mathématique qui possèdent deux caractéristiques assez inattendues. D'une part, vos lecteurs seront frappés de trouver autant d'idées dans des livres de calcul, mais vous assumez toute l'histoire de l'analyse mathématique depuis ses origines jusqu'à ses ultimes développements en affranchissant ces ouvrages des contraintes programmatiques qui auraient pu limiter leur portée pédagogique. D'autre part, alors que, contrairement aux usages, comme vous le précisez vous-

même, « *la science est politiquement neutre même s'il se trouve quelqu'un pour la laisser tomber par mégarde à Hiroshima* » et qu'« *il semble convenu que le métier de mathématicien consiste à fournir à ses lecteurs, sans commentaire, des instruments dont ceux-ci feront plus tard, pour le meilleur et pour le pire, l'usage qui leur conviendra* », vous mettez, si je puis dire, les pieds dans le plats des mathématiques pour briser un certain nombre de tabous, en mettant à plat, en osant formuler bon nombre de vérités qui jusqu'à ce jour ne sont malheureusement pas toutes bonnes à dire. Vous avez pris soin, Roger Godement, d'accompagner ces ouvrages de mathématiques pures d'une postface que vous avez intitulé *Science, technologie, armement*, pour débattre, arguments à l'appui, de l'influence militaire sur le développement scientifique et technique depuis la seconde guerre mondiale. Alors comment doit-on comprendre votre démarche ?

Roger Godement : Ça commence par une première partie qui s'intitule *Comment détourner un mineur* et qui explique comment messieurs Teller et Lawrence, des physiciens américains extrêmement *top* ont détourné un jeune physicien – Herbert York – pour le convaincre de prendre la direction du laboratoire atomique de Livermore, que Teller et Lawrence avaient réussi à faire créer pour suppléer aux insuffisances prétendues du laboratoire de Los Alamos créé pendant la guerre.

Ce qu'explique Herbert York, c'est que le problème de la bombe H qui était le sujet principal d'étude à Livermore quand il a été créé, avait suscité en 1949 de très gros débats internes à l'*Atomic Energy Commission* (le CEA, Commissariat à l'Énergie Atomique américain) dans lesquels des scientifiques tout ce qu'il y a de plus brillant – Oppenheimer, Fermi, Rabi, etc. – avaient manifesté leur opposition quasiment radicale au développement de la bombe H, alors que le président Truman, influencé par des scientifiques comme Teller et

Lawrence, par des militaires, par des sénateurs qu'on appellerait de nos jours des « faucons », avaient finalement décidé de poursuivre et de développer tout ce qui concernait la bombe H à la fin de janvier 1950 et encore plus, deux ou trois mois après, à la suite de l'affaire Fuchs qui avait révélé que les Russes avaient acquis à peu près tous les « secrets » de la bombe atomique américaine. Et alors, ce rapport était resté absolument *top secret* évidemment.

Teller et Lawrence avaient expliqué à Herbert York que les arguments de Oppenheimer, Fermi, Rabi, etc. étaient complètement idiots et sans valeur, lui avait expliqué que l'ennemi menaçait, etc. Il faut dire que les Russes avaient fait leur première expérience atomique en août 1949, de sorte que les Américains commençaient à avoir quelques inquiétudes. Et à la suite de ça donc, Herbert York avait pris la direction de Livermore pendant cinq ou six ans et ensuite avait été nommé à la tête de toute la recherche militaire américaine, à la fin du règne de Eisenhower et au début du règne de Kennedy. Ensuite, il a été obligé d'abandonner ce genre de travail pour des raisons de santé. Il avait des problèmes cardiaques. Et alors, en 1975, Herbert York a écrit un petit livre sur Oppenheimer, Teller et la bombe H, dans lequel il explique tout ce qui est arrivé à cette époque-là, toutes les discussions qu'il y a eu à cette époque-là et dans lequel il révèle comment il a été, en quelque sorte, détourné.

C'est-à-dire qu'en 1974, le rapport de 1949 a été « déclassifié », comme ils disent dans leur jargon. Herbert York a pu le consulter – en fait il le reproduit intégralement dans son livre – et il s'est bien rendu compte qu'il avait été complètement berné par Teller et Lawrence qui avaient donné tous les arguments pour la bombe et aucun contre.

Catherine Paoletti : Mais alors, ce qui est intéressant c'est qu'il dit qu'il a été séduit par l'idée de travailler avec des scientifiques de haut niveau…

Roger Godement : Évidemment ! L'une des choses qui a séduit Herbert York c'est qu'en dirigeant Livermore, lui, pauvre jeune physicien qui venait juste de faire son doctorat et qui était assistant chez Lawrence, allait se trouver en contact avec des scientifiques absolument fantastiques comme Bethe, Fermi, Rabi, Wheeler, etc. tous des gens qui sont prix Nobel ou du niveau prix Nobel et rien que cette possibilité d'être en contact avec ce qu'il appelle les héros de notre temps, pour ce qui est de la physique bien entendu, rien que ça aurait suffi à le décider.

La raison pour laquelle j'ai associé ce type de réflexion à un ouvrage de mathématique pure est très simple (je l'explique d'ailleurs dans cette partie de ma postface), naturellement un mathématicien pur a une chance nulle de faire quelque chose d'aussi spectaculaire que l'invention de la première bombe à hydrogène. Ce n'est pas tous les jours des inventions, des innovations de ce calibre, fort heureusement pour l'humanité d'ailleurs. Une ou deux par siècle me paraissent largement suffisantes ! Donc le mathématicien pur et de toute façon ce ne sont pas les mathématiciens qui font ce genre de travail, même si l'un des deux vrais inventeurs de la bombe à savoir Ulam était un vrai mathématicien pur avant la guerre et qui a continué à faire des mathématiques excellentes après. Mais ce qui guette les mathématiciens, comme les physiciens, comme les mécaniciens, comme tous les scientifiques, c'est de contribuer à des petits projets militaires, des projets d'envergure tout à fait ordinaire qu'on leur présente simplement comme des problèmes scientifiques, comme des problèmes de calcul, s'il s'agit de mathématicien bien entendu. Au besoin sans leur dire du tout à quoi ça sert.

Un exemple typique qui est presque caricatural concerne une mathématicienne américaine de l'université Columbia a laquelle son patron a proposé vers 1952-53, un problème mathématiquement très intéressant : la propagation d'une

onde de choc sphérique à l'intérieur d'une sphère. C'est-à-dire c'est une onde de choc qui ne se propage pas à l'extérieur de la sphère mais qui au contraire se propage vers l'intérieur, sans lui donner la moindre motivation du problème. Et puis elle s'est aperçue plus tard (d'ailleurs elle aurait pu le découvrir assez rapidement en s'informant) que ça c'est la base même de la théorie de l'implosion pour la bombe atomique. Mais le patron ne lui avait strictement rien dit.

Éric Brian : Je suis tout à fait saisi par cette postface de Roger Godement. J'aurais bien aimé lire ça il y a une vingtaine d'années ! Mais ce n'est pas du tout un reproche parce qu'il faut dire que c'est la première fois qu'un chercheur, qu'un enseignant de votre niveau traite frontalement cette question. Vous dites qu'il faut mettre en garde les innocents qui se lancent aveugle dans les carrières dont ils ignorent tout. Et il faut dire que cette phrase, je crois, décrit bien la trajectoire des étudiants mathématiciens actuellement.

Aujourd'hui, il y a une sorte de crise de conscience scientifique que l'on voit aux États-Unis qui est liée probablement à la fin de la guerre froide, qui est liée aussi à des changements sur les investissements dans la recherche scientifique. Il y a des livres comme celui de Sylvan Schreiber qui traite de l'électrodynamique quantique et qui a très bien abordé ce type de questions. Dans le fond, c'était totalement, totalement tabou, il faut bien le dire. Et, en plus, en abordant la question dans le corps même d'un ouvrage mathématique. Et ça j'y reviendrai tout à l'heure parce que je crois qu'il y a une grande cohérence entre l'exposition des démonstrations que vous présentez dans le corps du texte, dans les 900 pages de maths, si j'ose dire, les commentaires que vous faites sur le plan historique au fur et à mesure de ces expositions et puis ce que vous présentez en postface comme analyse de la situation actuelle, analyse qui est extrêmement bien

documentée, qui est alimentée de tout ce qui se publie en langue anglaise ou française sur ces questions…

Roger Godement : Il y a quelques petites erreurs de détails…

Éric Brian : Oui, mais enfin, le jour où les historiens feront ce taux d'erreurs, tout ira bien. Donc, je trouve que là on a quelque chose de tout à fait étonnant.

En France, nous avons une situation particulière parce nous savons que nous avons des filières qui plongent immédiatement – avec les étudiants mathématiciens – dans les activités militaires. Une des plus grandes écoles mathématiques de France, c'est l'École Polytechnique qui est une école militaire. On connaît le corps de l'armement, le CEA, le monde nucléaire. Il faut bien imaginer que les gens entrent là-dedans à 20 ans et, précisément, ils sont dans cette situation d'aveuglement. Tout paraît aller de soi. La question qui me préoccupe en vous lisant, c'est de se dire qu'est-ce qui caractérise les 50 dernières années. Si on regarde ça un peu historiquement, on va voir que quelqu'un pourrait vous dire : « ça a toujours été le cas ». C'est-à-dire qu'il y avait toujours dès avant le XVIIIe siècle, les maths servaient à former des officiers, des officiers d'artillerie, des officiers de la marine. On songe à l'École de génie de Mézières, à Monge. Vous citez Euler : les manuels d'Euler étaient si utiles au développement militaire français qu'on les a traduit clandestinement en France et que Condorcet lui-même a demandé à Turgot d'aller payer sur des fonds secrets à Euler pour le compenser contre le piratage des ses œuvres. Or, tout ça est connu. Ça a été étudié par des historiens comme Charles Gillispie et ça a pris une dimension très grande pendant la Révolution et l'Empire.

Aujourd'hui, la situation, en un sens, est comparable mais l'échelle a beaucoup changé je dirais. Premier niveau d'échelle,

les organisations. Vous décrivez des organisations qui sont qualifiées par la littérature spécialisée de *Big science*, ces organismes gigantesques, des divisions du travail formidables. Or, rien de plus facile que d'être aveugle dans une situation de très grande division du travail. Quand il y a des bureaux segmentés… l'exemple que vous donniez de l'étudiante de Columbia est, à cet égard, tout à fait emblématique. Quant on peut sous-traiter un contrat en ne donnant que la moitié de la lecture, ça fonctionne beaucoup à l'aveuglement. Les objets y sont clairement monstrueux. Enfin là, on est pas du tout dans l'ordre de grandeur des mathématiciens du XVIIe siècle, si on songe à Fourrier, à Euler, à Lagrange.

Deuxième niveau, le calcul électronique dont on suit pas à pas dans vos exemples l'effet sur la transformation du rapport entre ce qu'on appelle traditionnellement mathématiques pures et mathématiques appliquées. Pourquoi ? Parce que disons, en gros, pour aller vite, pour quelqu'un du XIXe siècle, pour appliquer les math à la physique, il faut avoir une bonne mesure, il faut avoir une bonne construction mathématique. Et puis tous les coups ne sont pas possibles. Il y a là des problèmes qui restreignent énormément la portée des calculs de maths pures. À partir du moment où vous numérisez tout et où nous avons des instruments de calcul d'une puissance fulgurante, tout passe à la moulinette. D'ailleurs, ça ouvre des problèmes mathématiques nouveaux. C'est l'objet des recherches actuelles des mathématiciens. La division habituelle maths pures/maths appliquées est complètement subvertie, ce qui aboutit a une situation où des gens peuvent travailler en ayant le sentiment des faire des maths pures tout en servant directement des choses qu'ils préfèrent voir de loin, en considérant leur propre travail comme pur. Et ça c'est tout le problème de la situation actuelle.

Les facteurs importants sont les facteurs institutionnels, le changement d'échelle et la transformation du travail lui-même

avec le développement du calcul électronique. Il y a d'autres facteurs sur lesquels on peut revenir un peu plus tard.

Catherine Paoletti : Oui, justement. Il y a quand même des questions qui se posent. Parce qu'effectivement, depuis 1945 on pourrait dire que de nombreuses disciplines scientifiques ont fait l'objet de séduction par les pouvoirs politiques en raison de leurs applications militaires immédiates ou potentielles.

Mais en France, par exemple, dans les années 1970, un des mathématiciens les plus brillants, Alexandre Grothendieck, va être amené à démissionner d'une institution renommée, l'IHES (l'Institut des hautes études scientifiques) parce que 3,5 % des subventions, soit 80 000 francs provenaient des militaires. Bon, il est clair que, depuis, cette somme peut sembler une vétille et il semble bien qu'en dehors de ce cas emblématique, il n'y ait guère eu de scientifiques qui s'en soient émus.

Roger Godement : Le cas de Grothendieck, il ne faut pas trop insister dessus, c'est un cas tellement particulier. Grothendieck a dit qu'il démissionnait à cause des crédits militaires mais ce n'est pas la vraie raison de sa démission. La vraie raison de sa démission est, je crois, due au fait qu'il s'est produit chez lui une révolution psychologique. Ça arrive quelquefois à certaines personnes. C'est rare mais ça se voit.

J'ai beaucoup de sympathie pour lui mais je ne considère pas que sa démarche soit à suivre. Ce qu'il faut faire ce n'est pas démissionner, c'est se battre …

[Après avoir démissionné, Alexandre Grothendieck a créé avec d'autres mathématiciens et scientifiques le groupe et la revue d'écologie radicale *Survivre*, qui s'intitulerons par la suivre *Survivre et vivre*, où s'élaborerons la critique de la science et de la recherche en tant que causes essentielles de la crise écologique. Voir notre brochure Alexandre Grothendieck,

Allons-nous continuer la recherche scientifique ?, 1972 et l'ouvrage coordonné par Céline Pessis, *Survivre et vivre, critique de la science, naissance de l'écologie*, éd. L'Echappée, 2014. NdE]

Roger Godement : Monsieur Brian nous a dit tout à l'heure que la frontière entre les mathématiques pures et les mathématiques appliquées est en train de s'estomper complètement, ce qui est tout à fait exact. Les gens qui font de l'analyse numérique, de l'aérodynamique, tout ce que vous voudrez de ce genre, sont obligés de résoudre des équations à dérivées partielles qui supposent non seulement l'utilisation d'ordinateur, mais également l'utilisation des méthodes mathématiques d'approximation numérique et d'autre part cela pousse la communauté mathématique internationale, comme on appelle cela, à se lancer beaucoup dans ces équations aux dérivées partielles. Alors, dans un domaine comme les équations aux dérivées partielles, il faut faire attention : c'est justement le prototype même du domaine vicieux mais dans lequel vous pouvez quand même sauver votre âme, si j'ose dire.

Certes les équations aux dérivées partielles ont des quantités d'applications pratiques pas seulement militaires – heureusement, il ne faut quand même pas exagérer – et on peut même prétendre que certains domaines de la théorie étaient effectivement subventionnés par les militaires… Il suffit de mentionner la mécanique des fluides par exemple. Il y avait déjà beaucoup de mathématiciens qui s'en occupaient au XIXe siècle et même au XVIIIe d'ailleurs. Mais les applications étaient quasiment inexistantes parce que vous pouvez toujours faire toute la théorie que voudrez mais si vous ne pouvez pas résoudre numériquement les problèmes, ça ne sert à rien.

Par contre, au XXe siècle, spécialement après la guerre, avec l'invention des ordinateurs, la situation change totalement : vous êtes capables de présenter aux militaires, aux industriels,

à tous les gens qui en ont envie des solutions effectives, numériques, qu'ils n'ont plus qu'à appliquer. Mais d'un autre côté, ça n'empêche pas beaucoup de mathématiciens de s'intéresser aux équations à dérivées partielles sans se demander, sans se préoccuper des applications potentielles. Le sujet est, en soit, intellectuellement intéressant. Et vous pouvez très bien faire toute votre vie des équations à dérivées partielles sans jamais avoir affaire à une seule application militaire ou non. C'est un sujet mathématique qui a été complètement révolutionné depuis une cinquantaine d'années. Avant la guerre c'était une espèce de chaos sans forme, ni structure. Personne ne savait de quoi il parlait. On n'avait pas compris les vraies méthodes, les vrais problèmes, mais il y a eu une formidable révolution depuis la guerre. Maintenant c'est un sujet mathématique parfaitement au point qui avance à la vitesse d'une locomotive et dans lequel vous pouvez faire des mathématiques merveilleuses.

Alors le problème, dans un cas de ce genre, pour le mathématicien, c'est qu'il a quand même… le choix entre deux comportements. Il y a le comportement qui consiste à dire : « Moi, je fais des maths et les militaires, les industriels, etc. je m'en moque. » Et puis il y a ceux…

Catherine Paoletti : C'est une forme de naïveté, parce que ces résultats peuvent être utilisés par les militaires malgré tout…

Roger Godement : Non c'est pas forcément de la naïveté ! Parce que tout le monde sait qu'un résultat mathématique ou scientifique, une fois publié, est à la disposition de tout le monde. Comme je le dis dans ma postface, « *y compris du cartel de la drogue colombien s'il a des problèmes scientifiques à résoudre.* » Après tout, ils en ont sûrement, en agronomie, en chimie et tout ce que vous voudrez de ce genre. Mais ce n'est pas une raison pour collaborer avec le cartel de la drogue. Le problème n'est pas, à mon avis, tellement dans la nature des

mathématiques que vous faites, il est dans votre comportement à l'égard des utilisateurs : si vous collaborez ou pas.

Et a mon avis, c'est ça la vraie distinction entre les mathématiques pures et les mathématiques appliquées. C'est-à-dire que celui qui fait des maths pures, ce n'est pas forcément quelqu'un qui fait des mathématiques inutiles, parce que les mathématiques inutiles de nos jours, c'est extrêmement limité. À part la géométrie algébrique, la théorie des nombres et même la théorie des nombres, maintenant, il y a des gens qui font de la cryptologie avec…

Catherine Paoletti : Mais vous dites qu'il y a des mathématiques pures qui n'ont pas encore trouvées leurs champs d'application et que…

Roger Godement : Ce n'est pas moi qui le dit en fait. C'est un Américain qui s'appelle Peter Lax qui lui est aussi militarisé qu'il est possible de l'être…

Catherine Paoletti : Et c'est souvent la guerre qui crée les opportunités. Mais alors comment les scientifiques sombrent dans ces opportunités ?

Roger Godement : Parce qu'ils n'ont pas le choix ! D'abord, il y a celle que rappelait monsieur Brian tout à l'heure, à savoir, on entre dans la carrière scientifique, qu'il s'agisse de mathématiques, de biologie ou de n'importe quoi d'autre sans savoir où on va. Un vrai scientifique choisit son domaine en fonction, premièrement de ses capacités, deuxièmement de la passion que le domaine lui inspire. Il n'y a pas d'autres critères. Éventuellement aussi, particulièrement de nos jours, il peut aussi faire attention à la disponibilité des emplois. Les universités, le CNRS, toutes ces institutions-là ne disposent pas d'une collection illimitée d'emplois. Il y a des branches où c'est plus facile que d'autres et ça peut

évidemment contribuer à orienter les gens vers ces branches-là.

En ce moment par exemple, en mathématiques, ce sont les mathématiques appliquées qui dominent. Il y a beaucoup plus d'emplois en mathématiques appliquées qu'en maths pures et même j'ai des collègues mathématiciens purs qui s'en plaignent beaucoup. Mais, fondamentalement, vous commencez à faire des maths à 20 ans ou à 18 ans, vous voyez que ça marche et vous vous dites : « *Je peux faire de la recherche. Dans quoi je vais me lancer ? Eh bien, il se trouve que j'ai trouvé un sujet : la théorie des groupes ou bien l'algèbre ou la topologie ou les équations à dérivées partielles, etc. qui me passionne, puisque j'ai l'impression que j'y comprends à peu près quelque chose. Donc je vais me lancer là-dedans.* »

Alors, une fois que vous êtes dedans, que vous avez embrayé sur un sujet, peut-être que dans dix ans, le jeune homme qui s'est lancé dans la théorie des équations à dérivées partielles s'apercevra que la moitié de ses résultats sont utilisés à des fins qu'il n'approuve pas du tout, mais qu'est-ce qu'il peut faire à ce moment-là ?

Catherine Paoletti : Mais, malgré tout, vous dites qu'il y a quand même des mathématiciens qui agissent en connaissance de cause parce que d'un point de vue de budgets, certains détournent l'argent à des fins bénéfiques…

Roger Godement : C'est un alibi qu'on entendait en Amérique dans les années 1950, 60, etc. Mais enfin, personne ne l'a jamais pris très au sérieux. De toute façon, la quantité d'argent qui était détournée était tout à fait infinitésimale par comparaison avec les budgets de recherches militaires. Les mathématiques ont l'avantage, ou l'inconvénient, selon le point de vue où on se place, d'être très bon marché par rapport à la physique, à la biologie, etc. Ça a un petit peu changé depuis l'invention des ordinateurs. Évidemment, les

gens qui font des maths appliquées ont énormément d'informatique à leur disposition. Et en France, c'est sûr, ils sont presque tous subventionnés par la DRET, l'organisme de recherche et développement du ministère des armées et par des par des entreprises privées comme Dassault par exemple qui confient à l'université, au CNRS une quantité d'études qui leur coûtent moins cher que s'ils le faisaient dans leurs propres entreprises.

Catherine Paoletti : Venance Journé, vous, vous avez été engagée dans ce qu'on appelle la *Big science*, ce que Roger Godement appelle joliment la physique crépusculaire. D'autre part, vous appartenez au Conseil scientifique de Pugwash, comment vous réagissez aux analyses de Roger Godement ?

Venance Journé : Quand j'ai commencé à lire la postface de Roger Godement, l'exemple de York qui a été séduit par le travail scientifique très stimulant au point de vue intellectuel m'as évidemment rappelé en contraste l'exemple de Joseph Rotblat. Par rapport à York, Joseph Rotblat quand il a eu à prendre une décision qui concernait son travail scientifique, il n'était pas un mineur, c'est une personne qui avait à peu près 40 ans et qui avait donc eu le temps de mûrir. Je vais vous raconter rapidement son histoire parce que je trouve qu'elle est très éclairante. Joseph Rotblat était un juif d'origine polonaise qui avait été invité en 1939 à travailler en Angleterre dans un groupe qui a découvert qu'on pouvait produire beaucoup d'énergie avec des réactions nucléaires. Il a ensuite été invité très rapidement à travailler sur le projet Manhattan. Donc, il est parti aux États-Unis et il s'était dès le départ posé un problème de conscience parce qu'il imaginait tout à fait les conséquences que pourrait avoir le développement d'une bombe atomique et la course aux armements qui pourrait s'ensuivre. À l'époque tout le monde pensait que les scientifiques qui travaillaient pour Hitler étaient sur la voie de mettre au point une arme nucléaire et, après mûre réflexion, il

a quand même décidé de travailler sur la bombe américaine. Et, comme il l'écrit lui-même, il disait « *on travaillait sur cette bombe dans l'idée que cette arme ne serait jamais utilisée* » et je le cite « *l'histoire à prouvé que nous avions eu tort.* » Fin 1944, quand il s'est rendu compte que les Allemands ne gagnerait pas la guerre, il est sorti du projet Manhattan. Il a eu ensuite tous les problèmes possibles aux États-Unis.

Roger Godement : Il est ensuite rentré en Angleterre où il s'est spécialisé dans le nucléaire médical… ce qui n'est quand même pas la même chose.

Venance Journé : En effet. Et je pense que c'est parce que Rotblat a pris ce qui représente à mon avis une des grandes décisions morales du siècle, qu'il a eu une vision, qu'il a eu le prix Nobel de la paix conjointement avec l'organisation Pugwash en 1995.

Pugwash est l'organisation à laquelle Rotblat s'est consacré complètement et qui est un forum de scientifiques qui viennent d'origines politiques, sociologiques, géographiques extrêmement différentes, mais qui ont en commun d'avoir une conscience sociale des potentialités de leurs recherches, de leurs travaux et qui veulent discuter ensemble des moyens d'éviter que le pire arrive.

Ce forum a été fondé à la suite du Manifeste d'Albert Einstein et Bertrand Russell publié en 1955 et la première conférence Pugwash a eu lieu en 1957. Récemment, depuis 1995, sur plusieurs organes d'information en France, que ce soit ARTE, des journaux de la presse écrite et, très récemment sur France Inter, le fait que Rotblat en particulier et Pugwash aient eu le prix Nobel a été qualifié de prix Nobel de la paix qui n'aurait jamais dû être décerné. Je trouve qu'il est dommage qu'en France et dans certains cercles occidentaux, toute personne qui veut discuter de questions de paix, auparavant avec les Soviétiques, et maintenant avec les

Russes soit considérée comme une dupe, surtout si on est quelqu'un qui parle en dehors de l'establishment officiel.

Je pense que c'était un prix Nobel absolument justifié. Rotblat n'est pas naïf. Il sait très bien que dans des discussions avec des Soviétiques ou avec des Américains, certains participants sont toujours… quand on veut discuter de sujets extrêmement sensibles et qui nécessitent d'être très bien informé, il est évident que certaines personnes sont soumis à des surveillances. Mais l'intérêt étant de discuter entre scientifiques qui ont l'écoute du gouvernement, de leurs gouvernements en général, le but principal étant de maintenir le dialogue. Et cela a été efficace dans des moments de tensions internationales très forts, comme pendant la crise de Cuba ou pendant la guerre du Vietnam.

Donc ce que je trouve très important dans la postface de Roger Godement, c'est que des choses qui n'étaient jamais dites avant, en tout cas, jamais écrites sortent et que ce sont des bases précises pour pouvoir comprendre comment certains scientifiques arrivent à quitter leur recherche de façon complètement consciente et informée.

Roger Godement : À l'intention des gens qui croient que Pugwash est une créature du KGB, je voudrais signaler que monsieur Henry Kissinger qui n'est pas particulièrement susceptible de sympathie pro-communiste ni même, à ma connaissance, de liens avec le KGB, a assisté dans les années 1950 et 1960 à six conférences de Pugwash.

Catherine Paoletti : Comment comprendre finalement que ces questions ne soient pas débattues sur la place publique ? Tenons-nous en à l'exemple de la France.

Roger Godement : La France, justement, est à placer sous la rubrique « exception française » ! La France est le seul pays où ces questions ne sont pas débattues sur la place publique. Je disais avant l'émission qu'actuellement il y a un groupe

d'historiens qui s'intéressent de façon sérieuse à l'histoire de l'armement en France depuis 1945. Un domaine crucial pour comprendre est évidemment le domaine nucléaire ! Mais dès que dans les archives officielles un document porte le cachet nucléaire, il est automatiquement interdit. Il est impossible à l'heure actuelle de consulter des archives qui concernent le nucléaire. Alors comment voulez-vous faire l'histoire du sujet et comment voulez-vous en débattre si vous ne savez pas ce dont vous parlez ? C'est ça le truc fondamental en France.

Il y a un historien anglais qui s'appelle Lord Acton qui a écrit un jour quelque chose qu'on devrait mettre en exergue au fronton du ministère de la Défense, entre autres institutions : « *Le secret du pouvoir, c'est le secret lui-même.* »

Catherine Paoletti : Mais on pourrait penser, malgré tout qu'il puisse exister des contre-pouvoirs politiques ou citoyens qui demandent des comptes dans un pays démocratique.

Roger Godement : Ça existe en Angleterre, ça existe aux États-Unis, ça existe en Allemagne, mais pas en France ; les fonctionnaires Français n'ont manifestement pas ce genre de mentalité. Je ne sais pas tellement à quoi ça tient. Peut-être au fait que la France est depuis très longtemps une monarchie absolue un peu atténuée, mais qui n'a pas été supprimée par Charles de Gaulle, bien au contraire. Il semble que les Français sont complètement sans défense contre le pouvoir central, contre les technocrates, contre les bureaucraties et qu'ils sont habitués. Parce qu'il y a quantité de choses qui ne sortent pas sur la place publique.

Catherine Paoletti : On peut constater malgré tout qu'il y a des situations de crise qui justifieraient les scientifiques de travailler pour le domaine militaire puisque, légitimement, ils devraient pouvoir participer à la défense de leur pays.

Roger Godement : Évidemment, ça c'est un problème sérieux. On peut toujours se poser la question. Moi j'étais trop

jeune. Je suis né en 1921. J'avais 19 ans, 18 ans en 1939. Mais supposons qu'en 1939, j'aie eu 27, 28 ans, que je me sois spécialisé en physique nucléaire, qu'est-ce que j'aurais fait ? À vous dire vrai, je n'en sais rien ! À cette époque-là, je n'avais pas de goût pour les militaires, notamment parce que j'ai été élevé dans un milieu d'anciens combattants, des anciens combattants de base, pas des sous-lieutenants et encore moins des colonels et encore beaucoup moins des généraux assistant à la guerre à 50 km derrière les lignes. Mon père était servant d'une mitrailleuse. Mon père et ses amis ne parlaient pas tellement de la guerre. En général, quand ils en parlaient, c'était pour raconter leurs souvenirs les plus drôles. En fait, de temps en temps, quand même, ça sortait. Ça m'a impressionné. En plus de ça, il y a eu à la fin des années 1930, une très forte vague pacifiste, et pas seulement en France. Rétrospectivement, on peut dire que ce n'est pas ce qui est arrivé de mieux. Mais enfin, j'étais à cette époque-là un peu politisé tout en faisant des maths à jet continu. En 1940, je ne serais pas entré à l'école Polytechnique si j'avais été collé au concours d'entrée à l'école Normale. Mais enfin, si j'avais eu plusieurs années de plus, si j'avais, encore une fois, été passionné par la physique plutôt que par les mathématiques, je ne sais pas trop ce que j'aurais fait.

Éric Brian : Ce que je trouve qui est vraiment très poignant dans cette postface, c'est que c'est un des rares textes à ma connaissance qui permet de poser le problème de la conscience du scientifique aujourd'hui. Et il y a pour moi, là, quelque chose de tout à fait important. C'est-à-dire pour aller vite, on a un peu l'impression qu'après la mobilisation totale des scientifiques pendant la deuxième guerre, après la guerre froide, disons la manière la plus simple d'être scientifique est de ne plus poser ces questions, de ne pas poser ces questions, tout au moins de réserver peut-être à un cas de conscience secret et individuel. Mais ce n'est pas l'objet d'une réflexion explicite ni collective.

Et là, on se rend compte jusqu'à quel point les stratégies de repli de type « *moi je fais dans les maths pures, je ne veux pas voir* » sont répandues. Ce sont de vraies questions et la science n'a de sens que si – enfin c'est la manière dont j'ai été formé – si la question centrale c'est de savoir ce qu'on fait.

On pourrait dire ça plus simplement que « *Pas de science sans conscience* » mais Rabelais devait avoir d'autres idées en tête… Mais en ce qui concerne « *savoir ce qu'on fait* », c'est une phrase bien plus simple et pas anachronique. Car il est quasiment impossible de savoir ce qu'on fait quand on est scientifique aujourd'hui. J'ai envie de dire depuis la deuxième guerre mondiale et jusqu'à aujourd'hui. C'est pour cela que cette postface est partie intégrante du livre, au point de trouver le livre plus cohérent que Godement le dit lui-même. Vous paraissez par moment dire « je vous fais un *ex-cursus* », tout en disant, « il le faut. » Et justement, il le faut. Je pense profondément qu'enseigner, transmettre le savoir-faire mathématique, ça demande aussi de transmettre la possibilité de savoir ce qu'on fait. Et donc, le livre est très cohérent. Cohérent dès sa préface, dès les arguments mathématiques présentés tout au long des 900 pages de démonstrations et dans la postface. Je pense que c'est une réponse aujourd'hui à cette situation. Ce n'est pas scientifique de travailler dans l'aveuglement. Sinon on est des automates, pas des scientifiques. Il faut reconquérir, pour ainsi dire, cette conscience.

Et peut-être que la deuxième guerre mondiale a été un terrible choc pour la conscience scientifique dont il faut se demander si on s'en remet ou pas. Je ne prétends pas du tout donner de leçon là-dedans. S'il y a une pureté dans la science, elle n'est pas dans l'exhibition formelle d'un calcul en disant « *je ne vais pas voir ce qui se passe ailleurs.* » Non ! Elle est dans cette réflexion qui tient en même temps la démonstration mathématique et la réflexion sur ses usages. C'est un geste très

nouveau de voir un ouvrage, un livre qui donne vraiment toutes les bases de l'analyse mathématique à tous les niveaux, du début de la fac jusqu'à ce qu'on voudra, qui servira de référence pour les étudiants pendant des décennies, non seulement pour sa portée mathématique mais en plus parce que c'est un objet entier, si j'ose dire.

Catherine Paoletti : Cette information, cette éducation, est-ce qu'elle doit se passer seulement à l'intérieur du milieu scientifique ou éventuellement dans des débats publics, dans la presse ? Parce que si vous prenez le cas de Jacques Blamont qui dans les colonnes du journal *Le Monde*, après avoir argumenté sur la légitimité de la force de frappe française et du nucléaire dit, il y a quelques années, que l'effondrement de l'empire soviétique a rompu l'équilibre idéologique, politique, économique et militaire qui maintenait la paix, alors qu'auparavant il soutenait le contraire. Là-dessus, personne ne le conteste en dehors de Roger Godement. Et puis il repart en disant que nous ne sommes actuellement dans un état de guerre potentiel, etc. ; nouvelle donne. Il a quand même enfin une phrase assez étonnante : il faut célébrer un mariage à égalité entre les personnels d'origine civil et militaire.

Roger Godement : Oui, le secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences avait déjà dit ça aussi de son côté.

Catherine Paoletti : Mais alors, comment cette réflexion doit-elle pouvoir se mener ? À l'intérieur de la communauté scientifique ou sur la place publique ?

Roger Godement : Les deux ! Les deux ! Et, à mon avis, c'est aussi difficile dans un cas comme dans l'autre en France.

Venance Journé : Sur cette question, je voudrais prendre un autre exemple. C'est ce qui s'est passé en France, au moment de la reprise des essais nucléaires. Je trouve extrêmement significatif de l'état d'esprit des scientifiques, de la population et de ceux qui nous dirigent. Il y a eu très peu de

réactions. Quasiment pas de réactions chez les scientifiques qui sont quand même des personnes qui devraient être au courant de ce qui se passe. Je pense que dans cette question des essais nucléaires, il y a évidemment des aspects techniques assez compliqués. Certains peuvent être expliqués au grand public. En tout cas, les conséquences peuvent être très largement expliquées au grand public. Et il n'y avait absolument rien dans la presse qui permettait de se faire une opinion informée. Il a fallu que ce soit un article publié dans le journal *Libération* du 14 juillet qui reprenne un rapport fait par des Américains qui étaient venus en France interviewer des personnes de l'*establishment* français sur ces questions pour que des informations techniques qui pouvaient être comprises par le grand public sortent ouvertement. Et ensuite il y a eu une discussion, puisqu'il y a eu des débats télévisés, etc. Mais pourquoi a-t'il fallu qu'il y ait une incursion étrangère pour qu'un débat sérieux démarre en France, plusieurs mois après l'annonce de la reprise des essais nucléaires français ?

Roger Godement : Ce n'est pas le seul domaine. Je rappelle que les problèmes posés par la politique de Vichy ont été discutés pour la première fois par un certain Robert Paxton, historien de Princeton à New Jersey !

Éric Brian : Absolument ! Et d'ailleurs, toute l'historiographie sur les rapports entre sciences, armement et toutes ces choses, est principalement en langue anglaise !

Roger Godement : Même en ce qui concerne la France et même en ce qui concerne l'histoire des sciences en France, non pas seulement après 1945 mais dès le XVIIIe siècle.

Éric Brian : Vous avez cité Charles Gillispie tout à l'heure, historien à Princeton qui a écrit un ouvrage remarqué qui s'appelle *Science and policy : the end of the Old Regime in France* et comme mon accent le suggère, il n'est pas traduit en français !

Roger Godement : Ça aussi c'est un point crucial. Il existe une quantité absolument massive de littérature américaine sur la course aux armements, les relations entre science et défense et industrie et tout ce que vous voudrez de ce genre (on peut en faire une bibliothèque complète), mais les traductions se font en France à dose homéopathique.

Venance Journé : Je voulais rajouter une précision sur le fait que les Américains qui étaient venus en France interviewer des personnes de l'*establishment*, avaient fait un rapport qui avait été transmis au mois de janvier 1995 à toutes les personnalités qui étaient cités. Les personnalités avaient eu ce rapport et personne n'a demandé à ne pas être cité. Ça c'est une précision que je donne. D'autre part, au moment où on nous a dit que le gouvernement voulait reprendre les essais nucléaires, il y avait eu une commission comportant six personnes, qui avait fait une enquête et avait rendue un rapport. Et ce rapport on ne l'a jamais vu. Aux États-Unis, au même moment le président Clinton avait décidé l'interdiction de tous les essais de puissance, sur la base de l'étude d'une commission. Le jour où Clinton rend sa décision publique, le rapport (alors, évidemment, il y a deux versions du rapport, version confidentielle, version publique) le rapport est sur internet. Le jour même le monde entier peut la consulter. La version publique française du rapport, où est-elle ?

Roger Godement : Il faut dire que le coût de ces affaires est astronomique ! On sait depuis quelques temps – enfin, avec une bonne approximation, parce que la précision mathématique est totalement exclue dans ce genre de domaine – ce qu'a coûté à l'Amérique tout l'aspect nucléaire de la défense depuis les origines, c'est-à-dire depuis 1939. Cela a été fait par des gens tout à fait sérieux qui appartiennent à la Brookings Institution, un *think tank*, comme on dit en américain. Ils ont mis plusieurs années, ils ont consulté tous les documents possibles et imaginables, comptabilisant tous

les budgets sur lesquels ils ont pu mettre la main, tant en ce qui concerne la fabrication ou le développement des armes nucléaires proprement dites, jeux des vecteurs, jeux des essais, tout ce que vous voudrez de ce genre. Enfin, tout ce qui de près ou de loin se rapporte à la stratégie nucléaire américaine. Ils sont arrivés à un total, si je ne m'abuse, de l'ordre de 5 500 milliards de dollars, ce qui est à peu près le PNB américain pour une année ou encore, si vous voulez, 4 à 5 fois le PNB français d'une année.

Catherine Paoletti : Pour des résultats qui parfois ne sont pas forcément à la mesure des espérances.

Roger Godement : Alors là on entre là dans une controverse absolument énorme : est-ce que les armes nucléaires ont évité la troisième guerre mondiale ? Il y a des gens qui disent « *Évidemment, la preuve en est qu'elle n'a pas éclaté !* ». Il y a des gens qui disent : « *De toute façon, avec les démonstrations de la première et de la seconde guerre mondiale, il aurait fallu être fou, avec ou sans arme nucléaire pour se lancer dans une nouvelle exhibition du même genre* ». On a beaucoup accusé les Soviétiques de menacer l'Occident, d'attendre le jour J et l'heure H pour envoyer les hordes mongols déferler sur l'Europe de l'Ouest, etc. En particulier, on parlait abondamment de ça vers 1947-48, je m'en souviens parfaitement bien. A l'époque, les Russes sortaient d'une guerre qui leur avait coûté la modique somme de vingt millions de morts. 40 % de leur industrie avait été démolie. 60 000 km de voies ferrées avaient été démolies. Des millions de têtes de bétail, de chevaux, etc. avaient été tués. Moi, personnellement, je considère comme légèrement invraisemblable que les Soviétiques aient pu avoir l'idée de se lancer à l'assaut de l'Europe à cette époque-là, même si, comme c'est le cas, les Américains avaient en grande partie démobilisé. Les Russes aussi d'ailleurs. On voit partout des gens écrire que les Russes n'ont pas démobilisé après la

guerre, c'est faux ! À la sortie de la guerre, ils avaient 11 millions d'hommes sous les armes. Deux ans après, ils en avaient 2 800 000 peut-être 3 millions et si vous considérez l'étendue de l'Union Soviétique…

Catherine Paoletti : Quels sont les enjeux des ces mauvaises analyses ? À qui profite le crime ?

Roger Godement : Les analyses sont-elles bonnes ou mauvaises ? C'est impossible de le savoir, vous comprenez. Pour prouver la théorie selon laquelle les armes nucléaires ont empêché la troisième guerre mondiale, il faudrait pouvoir refaire l'expérience sans armes nucléaires et voir ce qui se passerait ! Malheureusement ou heureusement, selon le point de vue, l'histoire n'est pas une science expérimentale. On ne peut pas faire l'expérience et la contre-épreuve.

Éric Brian : Tout le monde sait que ce n'est pas à ce titre que l'histoire peut être considérée comme expérimentale. Ça c'est une autre affaire. L'enjeu, si on songe à la formation de scientifiques et à leur travail, est de clarifier la question de l'autonomie de l'activité scientifique. Là, il y a énormément à faire aussi bien du côté des gens qui ont une activité scientifique comme activité première ou des gens qui ont comme activité première de faire des commentaires ou des analyses de ce que font les scientifiques. Un facteur me semble très important, c'est le facteur du temps. Le temps nous permet de comprendre ce dont il a été question et il nous permet de reconquérir une possibilité d'analyse et de qualification de ce qui était à l'œuvre. Il y a des stratégies, des attitudes intellectuelles qui ne tiennent pas, notamment celle de l'aveuglement. Et je suis prêt à parier qu'au train où vont les choses, il se publiera de plus en plus de choses là-dessus. On a peut-être la chance d'avoir la possibilité de discuter plus sereinement de tout ça et pas sur le mode du tabou et de l'impossibilité.

Catherine Paoletti : Donc, nous ne sommes pas dans une situation de fatalité.

Roger Godement : Je voudrais revenir un petit peu brièvement sur un point qui a été soulevé tout à l'heure : « *Qu'aurions-nous fait durant la guerre ?* ». C'est une question qu'on pose toujours en pensant uniquement aux beaux côtés de la guerre. On trouve tout à fait normal que les scientifiques anglais, américains ou Juifs allemands, polonais, et tous les réfugiés du côté des Alliés se soient plongés directement dans le travail militaire. Mais il n'y a pas qu'eux à l'avoir fait ! Il y avait aussi des scientifiques en Allemagne !

Éric Brian : Il y avait même des philosophes pour les épauler…

Roger Godement : Alors est-ce que nous allons dire que les scientifiques allemands ont eu raison de fabriquer ou de collaborer à la production, au développement des V2, des avions à réaction, de toute sorte de chose de ce genre ? Est-ce que nous allons dire ça ?

Catherine Paoletti : Enfin, on s'est dépêché de les utiliser *post-festum*, si on peut dire.

Roger Godement : Ah, bien évidemment ! Puisqu'on les a embarqués directement après la guerre pour faire exactement la même chose en France notamment ! Pendant la guerre froide l'argument a été « *l'ennemi menace* » Et l'ennemi c'était l'Union Soviétique. Mais en Union Soviétique quel a été l'argument ? L'argument était « *l'ennemi menace* », en l'occurrence l'Amérique. Il ne faut pas oublier – je le note quelque part dans mon livre parce que c'est un petit détail qui est totalement ignoré en France – qu'à peine trois semaines après Hiroshima, le Pentagone avait déjà un plan de bombardement atomique de plusieurs dizaines de villes soviétiques en cas de guerre. Ils ont envoyé le plan au directeur du Manhattan Project, le général Groves qui leur a

répondu « *Oh, mais c'est beaucoup trop. Il suffirait de beaucoup moins que ça pour écraser les Russes* ». Donc, trois semaines après Hiroshima, les militaires américains étaient déjà en train de planifier l'extermination de l'Union Soviétique. Évidemment pas avec l'intention de le faire la semaine suivante, l'atmosphère politique n'en était pas à ce point près à la fin du mois d'août 1945. Mais quand même, on faisait des plans !

Catherine Paoletti : Donc, la seule façon de résoudre le problème c'est de ne pas fabriquer d'armes et que les scientifiques ne parviennent pas à ce type d'opération.

Roger Godement : Le vrai problème, si vous acceptez la célèbre théorie de Pasteur « *La science n'a pas de patrie, mais le scientifique doit en avoir une* » ou celle de Fritz Haber, l'inventeur de la guerre du gaz, « *Pour l'humanité en temps de paix, pour la patrie en temps de guerre !* », à quoi allez-vous aboutir ? Vous allez transformer les guerres en des horreurs absolument innommables. Si vous considérez le progrès des armements, ne serait-ce qu'au XXe siècle, vous passez de la mitrailleuse au canon de 75 puis à des armes nucléaires qui sont capables d'exterminer un million de personnes en cinq minutes. Alors essayez un peu d'extrapoler en supposant que ce genre de développement continue encore pendant un siècle ou deux. Vous imaginez la situation !

Venance Journé : Ce qu'a dit Éric tout à l'heure à propos de la notion du temps, je crois que c'est essentiel. Là aussi, je cite encore Rotblat qui dit « *Ceux qui ne peuvent pas se rappeler le passé sont condamnés à le répéter* ». Pour moi, c'est ça qui a été le plus important. Rotblat ne renie pas ce qu'il a fait avant. Il a pris une décision d'arrêter et ensuite il a travaillé sur les moyens de limiter les conséquences des découvertes auxquelles il avait participé.

Éric Brian : Je pense que la clef de tout cela, c'est la question de la conscience. La conscience des savants qui s'en

foutent, la conscience de chacun d'entre nous qui assiste, côtoie, commente, voire participe à ce XXe siècle, dont nous espérons qu'il aura été le plus terrible. Nous avons une expérience qui a commencé avec la Première Guerre Mondiale et le pli a déjà été pris pour les gens qui vont s'engager dans la Seconde Guerre Mondiale, et la structure était en place en 1939 essentiellement. Je crois donc que c'est tout à fait normal qu'il faille 50 ans, 80 ans, enfin qu'il faille autant de temps pour comprendre et poser clairement ces problèmes sans sous-entendus, sans procès d'intention et véritablement s'interroger.

Catherine Paoletti : Roger Godement, les scientifiques ont-ils vraiment besoin des militaires ?

Roger Godement : Non. Enfin, plus exactement, les scientifiques *ne devraient pas* avoir besoin des militaires. *De facto*, à l'heure actuelle, il y a beaucoup de domaines où ils en ont besoin : toute l'informatique, l'électronique, la mécanique des fluides, toute sorte de choses de ce genre, les mathématiques appliquées… Si vous coupiez les crédits militaires, je ne dis pas que ça s'effondrerait, mais ça diminuerait considérablement.

Je cite dans ma préface les crédits gouvernementaux américains attribués à l'informatique et aux mathématiques appliquées. En 1994, le total est de l'ordre de 1 milliard 250 millions de dollars, sur lesquels le Pentagone à lui seul fournit 590 millions, c'est-à-dire pas très loin de la moitié ! Et ceci couvre à la fois, la recherche fondamentale et la recherche appliquée et pas le développement industriel ! Uniquement la recherche proprement dite au sens fondamentale et appliquée. Et si vous regardez seulement la recherche appliquée, la proportion est encore plus élevée : 55, 60 % ! Alors évidemment, si on coupe ces crédits, ceux qui font des maths appliquées ou de l'informatique aux États-Unis vont avoir des ennuis sérieux. La solution dans un cas de ce genre serait

évidemment de remplacer le Pentagone par une organisation qui n'aurait pas les mêmes buts !

Parce que, après tout, l'informatique ça peut toujours servir, la mécanique des fluides ça peut toujours servir. Si les gens qui faisaient de la mécanique des fluides entre les deux guerres pour développer, perfectionner l'aéronautique n'avaient eu devant eux qu'une aéronautique pour transporter les touristes et les businessmen à travers l'Atlantique, il n'y aurait rien à dire ! L'ennui est qu'à cette époque-là l'aéronautique était à 80 % militaire partout, y compris aux États-Unis, y compris en France, y compris en Angleterre, pas tout à fait en Allemagne en 1933 évidemment, mais immédiatement après, y compris en Union soviétique, etc. Donc quelqu'un qui faisait de la mécanique des fluides entre les deux guerres pouvait difficilement ignorer ce qui se passait.

FIN

Indications bibliographiques

Alexandre Grothendieck
Allons-nous continuer la recherche scientifique ?
1972
Brochure réalisée par nos soins.

Groupe Oblomoff
Un futur sans avenir
pourquoi il ne faut pas sauver la recherche scientifique
Livre paru aux éditions l'Échappée, 2009.

Céline Pessis (coord.)
Survivre et vivre,
critique de la science, naissance de l'écologie
Livre paru aux éditions l'Échappée, 2014.

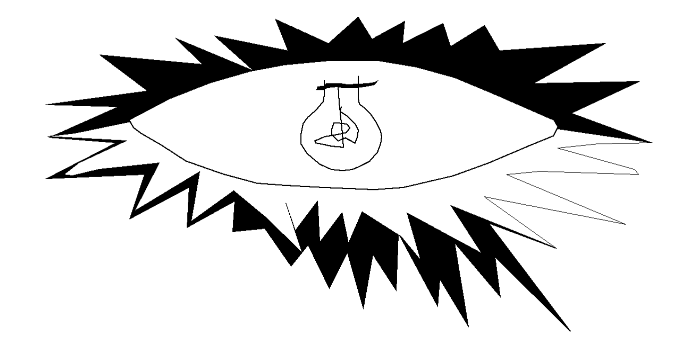
Table des matières

Edition réalisée par

Bertrand Louart, rédacteur de

Notes & Morceaux choisis

Bulletin critique des sciences, des technologies et de la société industrielle



Treize numéros publiés aux éditions La Lenteur

Bertrand Louart - Radio Zinzine – 04 300 Limans

Le lecteur innocent et beaucoup de mathématiciens confirmés seront probablement surpris de trouver dans mon livre quelques allusions très appuyées à des sujets extra-mathématiques et particulièrement aux relations entre science et armement. Cela ne se fait pas : *la Science est politiquement neutre, même lorsque quelqu'un la laisse par mégarde tomber sur Hiroshima*. Ce n'est pas non plus au programme : le métier du mathématicien est de fournir à ses étudiants ou lecteurs, sans commentaires, des instruments dont ceux-ci feront plus tard, pour le meilleur et pour le pire, l'usage qui leur conviendra.

Il me paraît plus honnête de violer ces misérables et beaucoup trop commodes tabous et de mettre en garde les innocents qui se lancent en aveugles dans des carrières dont ils ignorent tout. En raison de ses catastrophiques conséquences passées ou potentielles, la question des rapports entre science, technologie et armement concerne tous ceux qui se lancent dans les sciences ou les techniques ou les pratiquent. Elle est gouvernée depuis un demi-siècle par l'existence d'organismes officiels et d'entreprises privées dont la fonction est *la transformation systématique du progrès scientifique, et technique en progrès militaire* dans la limite, souvent élastique, des capacités économiques des pays concernés.

Roger Godement (1921-2016)

Prix Libre